le guide marabout du

chauffage

Choisissez le meilleur système, bien adapté à vos besoins / Gagnez en confort et en rendement / Apprenez à faire des économies... sans chauffer moins / Un guide indispensable pour bien passer l'hiver.

Christian Pessey

Guide marabout

Collection **guides marabout**

Afin de vous informer de toutes ses publications, **marabout** édite des catalogues où sont annoncés, régulièrement, les nombreux ouvrages qui vous intéressent. Vous pouvez les obtenir gracieusement auprès de votre libraire habituel.

DU MÊME AUTEUR

Votre voiture : la connaître, l'entretenir, la réparer (GM 7).

Le guide Marabout de la Mob : la connaître, l'entretenir, la réparer, l'équiper (GM 45).

Le guide Marabout de la moto (GM 83).

CHRISTIAN PESSEY

Le guide Marabout du chauffage

MARABOUT

Origines des dessins :

Agence pour la Maîtrise de l'Energie : pages 87, 88, 89, 90, 91, 100, 107, 119, 120, 121, 142, 143, 144, 145, 146, 147 ; **CEDEF :** 18, 19, 38, 40, 41, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 66, 69, 70 (haut), 72, 73, 85, 94, 95, 96, 112, 160, 161 ; **CEGIBAT :** 149, 150, 151, 152, 153, 154, 156 ; **Chappée :** 131 ; **Delta :** 102, 104, 108, 109, 110 ; **Elm Leblanc :** 140, 141 ; **GDF :** 61, 62, 63, 64, 65, 68, 70 (bas), 72 (à droite), 78, 79, 83, 84, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175 ; **Franco-Belge :** 77, 93 ; **Geminox :** 125 ; **Les Cours :** 25, 29, 30, 31, 33, 44, 74, 101, 105, 106, 113, 114, 115, 116, 117, 118 ; **Zaegel Held :** 127, 128, 129, 130 ; **Zehnder :** 81.

L'auteur remercie les marques et organismes qui ont bien voulu fournir des documentations et des illustrations en vue de la réalisation de cet ouvrage.

© 1989, **Marabout**, Alleur (Belgique)

Toute reproduction d'un extrait quelconque de ce livre par quelque procédé que ce soit, et notamment par photocopie ou microfilm est interdite sans autorisation écrite de l'éditeur.

Sommaire

Introduction	7
Les énergies	11
Les types de chauffage	23
La cheminée à foyer ouvert	24
Les appareils individuels	37
Le chauffage central	73
Améliorer le rendement	97
Réduire les dépenses de chauffage	157
L'isolation thermique	159
Le contrôle thermostatique	169
Le bon contrat	177
Index	179

Introduction

Depuis toujours, le chauffage constitue un élément de confort majeur. Dans bien des cas, même, il fut un facteur de survie essentiel (ce qu'il reste d'ailleurs dans certaines régions du globe); il suffit de songer un instant à la vie de l'homme préhistorique et à la magnifique histoire de la Guerre du Feu.

Très tôt, l'homme a compris que, pour résister au froid, deux solutions s'offraient à lui: produire de la chaleur (c'est la notion de chauffage) et se protéger du froid (c'est la notion d'isolation). Le corps humain lui-même pratique ces deux «techniques» naturellement, l'homme renforçant sa propre isolation, fournie notamment par la peau, avec le vêtement.

Une installation de chauffage doit être envisagée dans sa globalité, à moins, bien sûr, qu'il s'agisse seulement de compléter celle-ci, lorsque, par exemple, on procède à l'aménagement de telle pièce ou de telle partie de la maison, jusqu'alors inhabitées.

Cette vision globale de l'installation de chauffage ne se conçoit plus aujourd'hui sans y associer l'isolation, surtout dans l'habitat récent; ce qui ne veut pas dire qu'une réhabilitation y échappe complètement. Il faut donc procéder le plus souvent à un véritable «diagnostic thermique», réelle expertise relevant du professionnel. Une telle analyse permettra d'apprécier au mieux les possibilités d'isolation de la maison ou de l'appartement, d'où il sera possible de déduire les besoins en chauffage.

Cette méthode, au demeurant fort logique, n'a pas toujours été pratiquée; on s'est longtemps contenté de choisir un type de chauffage sur des critères plus ou moins subjectifs, en fonction d'un seul paramètre: le volume à chauffer; l'installation faite, on s'efforçait de réduire les coûts de chauffage en luttant contre les déperditions thermiques.

La crise pétrolière des années soixante-dix survint alors que le fioul et le gaz constituaient désormais les principales sources d'énergie en chauffage (l'électricité étant elle-même produite largement à partir de centrales thermiques au fioul). Les contraintes politico-économiques internationales conduisirent à une baisse de la consommation de ces combustibles; c'est cette obligation qui conduisit à faire entrer le paramètre de l'isolation dans le domaine du chauffage (comme quoi à chaque chose malheur est bon...).

L'utilisateur découvrit, non sans surprise, que l'isolation était aussi facteur de confort, du fait d'une meilleure répartition des calories et, en particulier, de la suppression de l'effet de «paroi froide», ressentie surtout près des vitres et des murs extérieurs; mais il découvrit aussi les multiples possibilités offertes par d'autres techniques, complémentaires de l'isolation, comme la programmation centralisée des appareils pour le chauffage électrique.

Mais la nécessité d'économiser du fioul eut une autre conséquence: celle d'obliger à se pencher sur d'autres combustibles que les hydrocarbures (le gaz étant soumis à des aléas proches de ceux du fioul): le bois, bien sûr, mais aussi les énergies dites «douces» comme le solaire; l'utilisation de l'électricité, largement encouragée dans les années soixante, puis découragée quelques années plus tard, put être mieux maîtrisée, favorisant son exploitation lorsque le fonctionnement «à plein» des centrales nucléaires rendait son coût de nouveau acceptable, au début des années quatre-vingts.

Le fantastique remue-ménage consécutif à cette crise a aussi obligé les fabricants d'appareils de chauffage à entreprendre des recherches importantes; ce furent ainsi la

pompe à chaleur, la chaudière à gaz à condensation, de nouveaux systèmes de chauffage par le sol, ou plus simplement les inserts d'âtres si efficaces pour mieux rentabiliser les cheminées à foyer ouvert.

Tout cela a conduit à une toute nouvelle donne en matière de chauffage, qui justifie amplement ce livre, surtout pour l'amateur qui envisage de réaliser ou de moderniser lui-même son installation.

Les énergies

Toute élévation de température provient d'une dissipation d'énergie ; c'est une loi physique simple mais qui vaut pour tous les systèmes de chauffage.

Dans de nombreux cas, cette dissipation résulte d'une combustion qui chauffe l'air directement ou indirectement ; le choix du combustible conditionne directement le type de chauffage.

Le bois

C'est sans aucun doute le plus ancien des combustibles utilisés par l'homme pour se chauffer. Présent partout, il flambe facilement et produit des calories avec une émission de fumée tout à fait acceptable, pourvu qu'on sache le canaliser.

Du feu de camp à la cheminée à foyer ouvert, il n'y avait qu'un pas, qui fut rapidement franchi avec l'évolution de l'habitat.

L'importance de la couverture forestière de très nombreuses régions du globe a rendu possible l'utilisation du bois de chauffage à très grande échelle; utilisation quasi industrielle parfois, individuelle le plus souvent, surtout en milieu rural.

On trouve du bois partout, mais tous les bois n'offrent pas les mêmes qualités et le même pouvoir calorifique. Les résineux, par exemple, brûlent facilement, mais dégagent moins de chaleur que les feuillus; la présence de résine, par ailleurs, accentue les risques de projection de flammèches, source d'accident dans les cheminées à foyer ouvert. Le bois de feuillus brûle plus lentement, en dégageant davantage de chaleur; il sèche cependant plus difficilement, d'où la nécessité d'un stockage important à l'abri.

Autrefois très bon marché, le bois de chauffage bien sec, débité en bûches aussi régulières que possible, en des longueurs acceptables par les foyers de cheminée, est aujourd'hui assez onéreux si l'on ne possède pas soi-même les quelques hectares de forêt nécessaires, une bonne tronçonneuse et le local permettant de conserver et de faire sécher le bois!

Dans la plupart des cas, donc, on aura recours à du bois du commerce, le plus sec possible. Ces bûches proviennent d'exploitations forestières et constituent souvent un sous-produit de l'abattage d'arbres destinés à la menuiserie. Issus de branches ou de perches, il s'agit le plus sou-

vent de rondins, les morceaux les plus gros ayant été refendus. Les longueurs normalisées sont les suivantes : 0,33 m, 0,55 m, 1 m et 2 m ; les deux premières conviennent pour des cheminées, les deux dernières pour des chaudières (à noter que les bûches de 0,33 m et 0,50 m sont frappées d'une TVA à 18,60 %, alors que les grandes bûches, considérées comme produits forestiers bruts, bénéficient d'une taxe réduite à 5,50 %).

Les bûches constituant tout ou partie de l'alimentation d'un système de chauffage sont vendues au stère, correspondant à un volume apparent de 1 m^3. Pour un usage occasionnel, vous trouverez des détaillants susceptibles de vous vendre du bois sous petit conditionnement (jusqu'au filet contenant une dizaine de bûches de 0,33 m dans les stations services). Comme on peut l'imaginer, le prix du stère est évidemment bien plus intéressant que celui des petites quantités (le coût du chauffage obtenu avec ces dernières est véritablement prohibitif).

Lorsqu'on achète du bois chez un propriétaire forestier, celui-ci est généralement empilé au bord d'une route ou d'un chemin, à proximité directe de la forêt ; même si celui-ci est coupé depuis plusieurs mois, il n'est évidemment pas totalement sec. Il faut donc prévoir un bûcher, local aéré mais protégé des intempéries. Sachant que, selon les espèces, il faut entre 12 et 24 mois pour faire sécher correctement du bois à l'abri, on comprendra qu'il est nécessaire de posséder un bûcher susceptible d'accueillir une quantité de bois au moins double à la consommation annuelle.

Les dérivés du bois

L'accroissement de la demande en bois consécutive à la crise pétrolière des années soixante-dix a conduit des

exploitants forestiers à mettre, dans le circuit commercial des particuliers, des produits qui, jusqu'alors, étaient réservés à l'industrie; ce sont à l'origine des sous-produits de type déchets, autrefois utilisés dans les poêles industriels, adaptés aux exigences des particuliers. Leur utilisation — il faut le dire — n'est pas encore très répandue.

Le bois déchiqueté

On regroupe sous ce terme des déchets de différentes origines, allant du déchet industriel issu de menuiseries ou de scieries, aux déchets spécialement fabriqués pour utiliser les branches dont la section ne permet pas la fabrication de bûches. Dans le premier cas, il s'agit le plus souvent de plaquettes de 1 à 8 cm de longueur et de moins de 1 cm d'épaisseur; dans le second, de déchets non calibrés. Les petits rondins ou les branchailles sont également regroupés dans cette catégorie.

Certaines entreprises spécialisées assurent l'approvisionnement des particuliers dont les installations de chauffage sont adaptées à ce type de combustible. Mais vous pouvez vous-même réaliser des déchets à partir de bois issus de taillis ou de déchets d'abattage; les bûcherons sont parfois ravis qu'on les débarrassent des têtes d'arbres, dans lesquelles vous tirerez tout à la fois de bonnes bûches et des déchets à partir des plus petites branches. Il vous faut bien sûr une déchiqueteuse, le plus souvent adaptable sur un tracteur. Vous pouvez la louer auprès d'une entreprise spécialisée ou l'acheter en commun avec des voisins, une solution pratiquée de plus en plus à la campagne entre exploitants agricoles. Le coût d'une telle machine est vite amorti compte tenu de la gratuité du produit de base.

Les granulés de bois

Poussant le raisonnement appliqué pour la fabrication de déchets de bois, certaines entreprises ont imaginé un conditionnement du bois rendant plus facile le stockage, mais surtout l'approvisionnement automatique de certaines chaudières, spécialement conçues évidemment pour le brûlage du bois. C'est ainsi qu'on en est arrivé à la notion de « granulés de bois », qui sont en fait des agglomérés cylindriques de 5 à 10 mm de diamètre et de 2 à 4 cm de long, composés de sciure de bois mélangée avec un liant.

Ces granulés doivent évidemment être stockés dans un endroit sec (leur humidité ne dépasse pas 15 % à la livraison), généralement un silo placé à proximité immédiate de la chaudière. Ils sont livrés en vrac ou en sacs.

Autres combustibles « bois »

Dans le même registre, il est possible de faire brûler dans les chaudières d'autres composants proches du bois, par exemple de la sciure ou de l'écorce broyée, que l'on peut se procurer en scierie ou dans des entreprises spécialisées. Ces combustibles particuliers demandent évidemment des installations spécifiques.

Le charbon

Longtemps combustible-roi, qui fut à l'origine de la révolution industrielle, le charbon a décliné lentement au milieu

du XXe siècle, sous la concurrence conjuguée du fioul, du gaz et de l'électricité (une part notable de celle-ci restant cependant produite dans des centrales thermiques alimentées exclusivement ou partiellement au charbon). Jusqu'aux années cinquante, la houille continua d'occuper une place importante dans la fabrication du gaz, période à partir de laquelle elle fut définitivement supplantée du fait de l'exploitation du gaz naturel de Lacq, bientôt relayé par le gaz naturel algérien, puis soviétique.

Salissant et polluant, le charbon n'en constituait pas moins un excellent combustible, à haut rendement calorifique, surtout s'agissant de l'anthracite, la meilleure des qualités de houille. La manutention du charbon avait été améliorée dans sa dernière grande période d'utilisation grâce au « boulet », fait de particules de houille agglomérées.

Les poêles à charbon ont aujourd'hui presque complètement disparu; seules quelques rares installations de chauffage central restent alimentées au charbon, la conversion au gaz, à l'électricité, au fioul ou au bois se faisant à l'occasion du remplacement des matériels vétustes.

Le gaz

Longtemps lié au charbon dont il était tiré, le gaz utilisé aujourd'hui est soit du type gaz naturel, soit du propane, soit du GPL (gaz pétrole liquéfié) obtenu à partir du pétrole, le butane étant réservé à l'utilisation culinaire ou aux appareils de chauffage mobiles.

Le gaz « de ville », autrement dit le gaz naturel, est distribué par un réseau couvrant la plupart des grandes villes; l'alimentation des particuliers se fait par simple raccordement, un peu comme l'électricité. Les conditions de raccordement sont cependant plus strictes, l'agrément de l'installation par le distributeur étant ici requise.

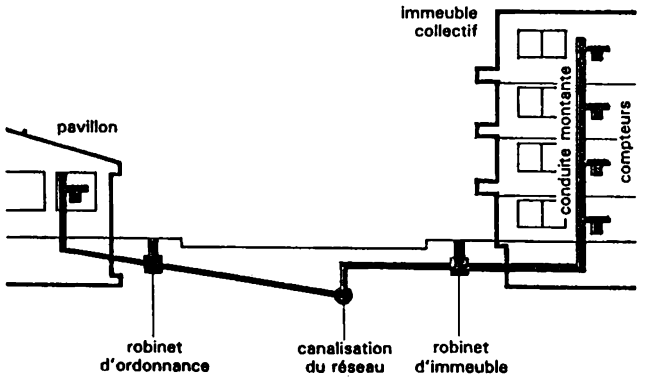


Schéma d'alimentation en gaz des habitations.

Le propane comme le butane sont stockés dans une citerne ou dans une bonbonne; les citernes de propane doivent obligatoirement être situées à l'extérieur des bâtiments. On n'utilise propane ou butane que dans les zones où l'alimentation en gaz naturel n'est pas possible.

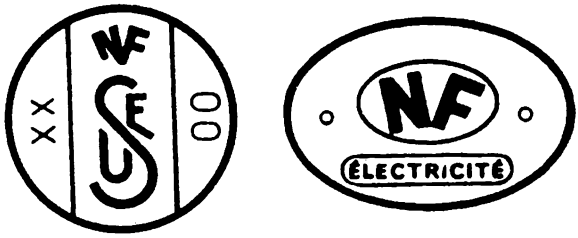
Le gaz constitue un combustible d'une grande souplesse d'utilisation, tant pour le chauffage individuel que pour le chauffage central (sans oublier la production d'eau chaude sanitaire). C'est en effet un combustible propre, ne demandant aucun stockage s'agissant du gaz naturel, n'imposant qu'une ventilation réduite (à la différence du charbon, du fioul ou du bois qui exigent un conduit de fumée). Lorsque l'installation est exécutée dans les règles de l'art, c'est aussi un chauffage d'une grande sécurité.

Dans les années soixante-dix, le gaz a exercé une concurrence certaine au fioul, en raison d'un coût un peu plus économique et, surtout, d'une plus grande souplesse d'utilisation. Les années quatre-vingts ont été marquées par le développement du chauffage électrique et par un regain de compétitivité du fioul, dont le prix a cessé de monter.

Comme celui-ci, le gaz a bénéficié de recherches portant essentiellement sur le rendement ; on a vu ainsi apparaître la chaudière dite « à condensation » et la chaudière « basse température », qui ont remis le gaz dans la course.

L'électricité

Chacun se souvient du « tout électrique » prôné dans les années soixante, puis de la volte-face des pouvoirs publics dix ans plus tard. A ce retournement de situation, une cause apparemment étrangère : la crise pétrolière. C'est que, lorsqu'éclate celle-ci, une très large part de l'électricité fournie aux industriels comme aux particuliers est d'origine thermique. Depuis quelques années, le coût croissant de l'extraction du charbon et l'épuisement de nombreux gisements européens avaient conduit à se tourner vers ce combustible peu cher qu'était alors le pétrole pour faire tourner les centrales thermiques ; résultat : consommer de l'électricité revenait à brûler du pétrole, ce qui ne faisait guère les affaires de l'Etat...



Symboles de normalisation des appareils électriques.

Il faudra attendre le début des années quatre-vingts, et la montée en charge des centrales nucléaires françaises, pour que l'électricité retrouve droit de cité dans le monde du chauffage. La baisse du prix du pétrole allait se conjuguer pour rendre l'électricité encore plus compétitive au milieu des années quatre-vingts; une situation qui ne devrait aller qu'en s'améliorant avec le désendettement d'EDF, qui permettra sans doute de rendre l'électricité encore plus compétitive dans les années quatre-vingt-dix.

Est-il nécessaire de souligner les atouts de l'électricité en matière de chauffage? Propreté, efficacité, absence de stockage, commodité de distribution en toutes régions, souplesse d'utilisation sont parmi ses principaux avantages; encore faudrait-il y ajouter le faible coût des installations et des appareils, qui interviennent souvent pour beaucoup dans le choix des particuliers. L'intérêt de l'électricité est tel qu'elle est désormais associée à d'autres sources d'énergies (fioul et gaz en particulier) à travers ce qu'il est convenu d'appeler la «bi-énergie».

Le fioul

Dérivé du pétrole brut, le fioul a commencé à conquérir le monde du chauffage au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, concurrençant avec vigueur le charbon, alors combustible-roi, surtout dans le domaine du chauffage central.

Le fioul l'a rapidement emporté, en raison de sa souplesse d'utilisation, de sa qualité thermique et de son prix.

Les difficultés croissantes d'extraction du charbon national (et même européen) favorisèrent le développement du fioul qui gagna bientôt également le secteur du chauffage individuel, le «poêle à mazout» remplaçant bien vite la traditionnelle salamandre dans le salon. Dans la fou-

lée, la cuisinière à fioul remplaça également celle à bois ou/et à charbon.

A la fin des années soixante, le fioul était devenu, et de très loin, la principale énergie de chauffage en France. Puis vint la crise pétrolière des années soixante-dix...

Après un très net recul, le fioul revient en force grâce à une baisse, puis à une stabilisation de son prix, mais aussi en raison de solutions nouvelles d'utilisation qui le rendent de nouveau intéressant dans le domaine du chauffage central. En revanche, il a pratiquement disparu en tant que combustible pour appareils individuels.

Les types de chauffage

Ils se réduisent en fait à deux : le chauffage individuel et le chauffage central. Parmi la première catégorie, on trouve la traditionnelle cheminée à foyer ouvert, les bons vieux poêles, les appareils individuels à gaz ou électriques, fixes ou mobiles. Le chauffage central comprend toujours une unité de chauffe, la chaudière, alimentant en eau chaude une série de radiateurs, alimentés par un réseau de canalisations.

La cheminée à foyer ouvert

La traditionnelle cheminée, dans laquelle on voit brûler la flamme et où l'on entend crépiter le feu, est au coeur de la mythologie domestique depuis la nuit des temps; le mot « foyer » lui-même ne symbolise-t-il pas le coeur de la famille, le lieu où l'on aime se retrouver, pour ne pas dire se ressourcer? Si l'habitat collectif a fait disparaître la cheminée de la maison, l'habitat individuel la réhabilite aujourd'hui puissamment, au point d'en faire souvent un argument de vente!

C'est que la cheminée est synonyme de chaleur, de quiétude, de réunion; des valeurs puissamment humaines dont on avait cru un moment pouvoir se passer facilement au profit de celles de confort, de commodité, d'efficacité et d'économie.

Il serait sans doute exagéré de voir dans la cheminée à foyer ouvert le meilleur des moyens de chauffage. Même si le rendement en a été considérablement amélioré grâce aux inserts (mais une vitre ne nous sépare-t-elle pas de la flamme?), la cheminée reste un moyen de chauffage archaïque, manquant totalement de souplesse et entraînant un entretien fréquent, du vidage des cendres au ramonage du conduit. Si l'on veut voir dans la cheminée autre chose qu'un bel objet d'agrément, il faut la considérer comme un élément complémentaire du système de chauffage, dans lequel elle peut parfaitement s'intégrer et constituer un facteur d'économie non-négligeable.

Une cheminée à foyer ouvert classique comprend en fait deux grands éléments : le conduit de fumée et la cheminée elle-même.

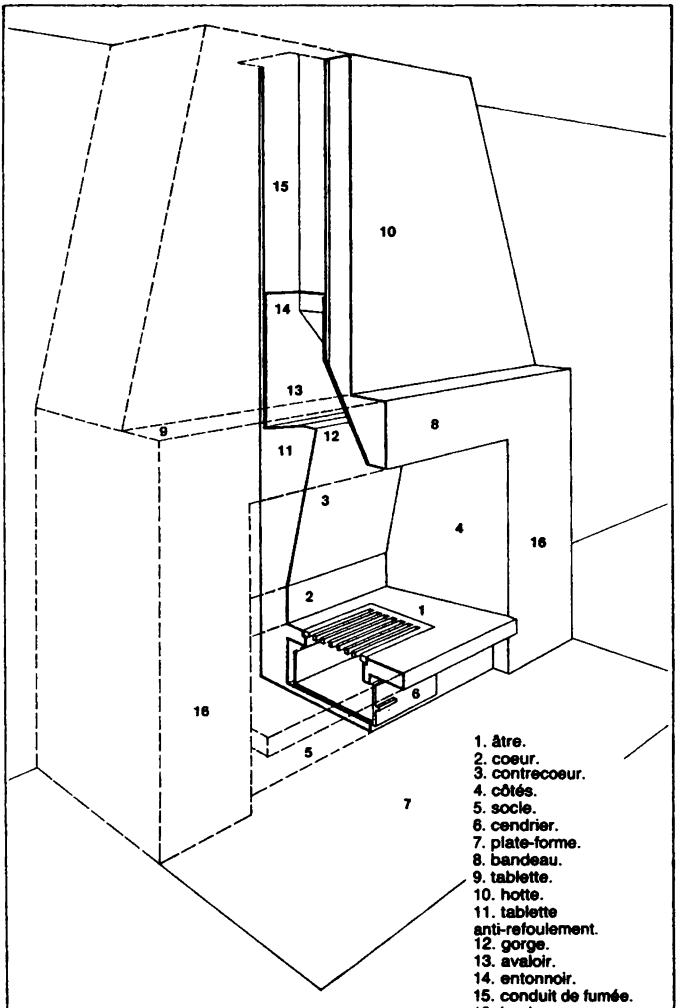


Schéma écorché d'une cheminée à foyer ouvert traditionnelle.

Le conduit de fumée

C'est lui qui permet tout à la fois le tirage et l'évacuation des gaz brûlés, dont la majeure partie prend la forme de fumée.

Il comprend lui-même deux éléments distincts et complémentaires situés dans le prolongement l'un de l'autre: le conduit et la souche.

Il existe des règles très strictes concernant cet élément majeur de la cheminée à foyer ouvert, tant pour des raisons d'efficacité que de sécurité: une cheminée qui tire mal, c'est aussi une cheminée dangereuse, qui peut intoxiquer gravement l'utilisateur.

Lorsqu'on décide d'utiliser une cheminée dont on n'a pu antérieurement apprécier la qualité, ou lorsqu'on remet en service une cheminée abandonnée depuis longtemps, la première des choses consiste à examiner avec soin le conduit pour détecter toute fuite éventuelle dans les étages supérieurs; un feu de papier de journal un peu humide émet beaucoup de fumée et permet de réaliser ce test. Tout suintement de fumée à travers des éléments de maçonnerie indique qu'il est nécessaire de refaire le conduit tout ou partiellement; dans bien des cas, le plus sûr sera d'ailleurs de la tuber.

La construction d'un conduit de cheminée doit se faire dans les règles de l'art; dans la pratique, il est souvent préférable de s'adresser à un professionnel. Si vous souhaitez tout de même réaliser vous-même cette installation, il faut respecter un certain nombre de règles strictes concernant:

— le matériau et la technique de montage du conduit;
— l'emplacement du conduit et de la souche;
— le parcours et la section du conduit.

Matériau et technique

On utilisait traditionnellement la brique, qui présente le triple avantage de la solidité, de l'étanchéité et de l'isolation. Monter un conduit en brique est cependant un vrai travail de maçon qui n'est pas à la portée de tout le monde; il faut aussi tenir compte du poids de l'ensemble, qui impose une base très solide.
On préfère donc le plus souvent, aujourd'hui, les boisseaux en terre-cuite (brique alvéolée) ou en béton, beaucoup plus légers et d'un assemblage à la fois facile et rapide. Celui-ci se fait par simple emboîtement, avec scellement au plâtre ou au mortier, cette seconde solution garantissant évidemment une plus grande solidité.

L'emplacement

Il est évidemment guidé par celui du foyer, mais il doit tenir compte des impératifs de positionnement de la souche, eux-mêmes étroitement liés aux possibilités de tirage.

La souche du conduit doit être placée aussi près que possible du faîtage. Elle doit par ailleurs impérativement dépasser d'au moins 40 cm (c'est une obligation légale) le faîtage de toute construction située à moins de 8 m (cette hauteur de dépassement atteint 1 m dans certaines grandes villes comme Paris).

Contrairement à une idée reçue, une souche de cheminée tire moins bien lorsqu'elle est exposée directement aux vents dominants. Dans certains cas, les arbres peuvent constituer des obstacles gênant le tirage.

La souche n'est parfois qu'un simple prolongement du conduit en boisseaux. Plus souvent, c'est une construction séparée, en brique ou en pierre; il faut alors tenir compte du poids de la construction, qui s'exercera sur une

trémie, ouverture pratiquée dans la charpente et la toiture.

La souche est souvent surmontée d'un pare-pluie qui, contrairement aux apparences, ne nuit nullement au tirage, bien au contraire. Si celui-ci est mauvais, du fait d'une mauvaise disposition de la souche ou de divers obstacles, vous pouvez placer sur la souche un aspirateur; il peut s'agir d'un simple dispositif à ailettes tournant sous l'effet du vent ou d'un véritable aspirateur électrique dans les cas les plus critiques.

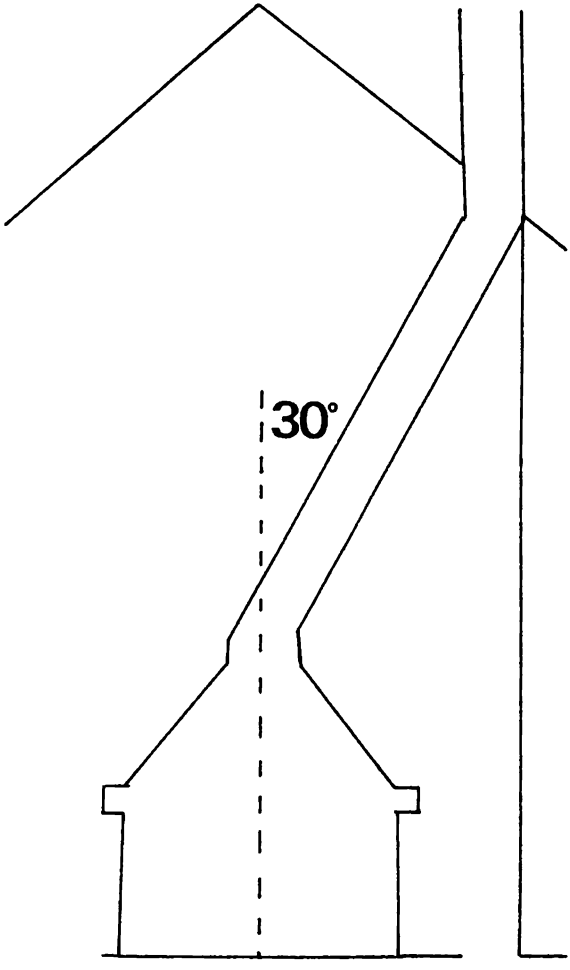
Parcours et section

Dans l'idéal, le conduit doit être droit, à la verticale du foyer; c'est ce qu'on trouve dans certaines maisons anciennes où cheminée, conduit et souche se trouvent au milieu du mur pignon. Une telle disposition n'est malheureusement pas toujours compatible avec les impératifs de la construction et la répartition des pièces.

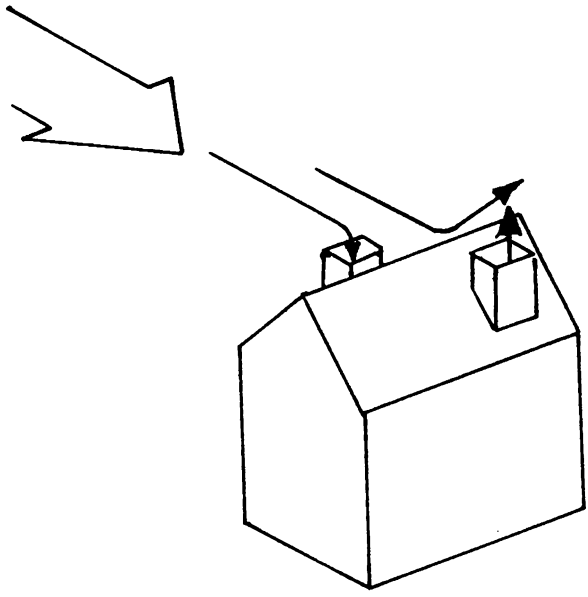
On tolère donc un dévoiement entre la hotte et la souche qui, en tout état de cause, ne doit pas excéder 45° (30° étant préférable). La réglementation exige qu'un conduit ne possède pas plus d'une section droite, ce qui revient à ne tolérer que deux coudes (un en sortie de hotte et un avec la section verticale). En cas de dévoiement arrière par rapport au foyer, celui-ci ne doit pas dépasser 20° avec un conduit de moins de 5 m, et 45° avec un conduit de plus de 5 m.

Le parcours d'un conduit doit tenir compte également des « obstacles » de construction de la maison; ainsi, il doit passer à plus de 26 cm d'un élément de charpente, à plus de 7 cm d'un élément de menuiserie, à plus de 13 cm d'une pièce métallique, et à plus de 11 cm d'un mur mitoyen.

La section du conduit est liée au volume du foyer, mais elle ne doit en aucun cas être inférieure à 400 cm^2, ce qui revient à utiliser au moins des boisseaux de 20 cm de côté. Dans la pratique, on prend généralement des boisseaux



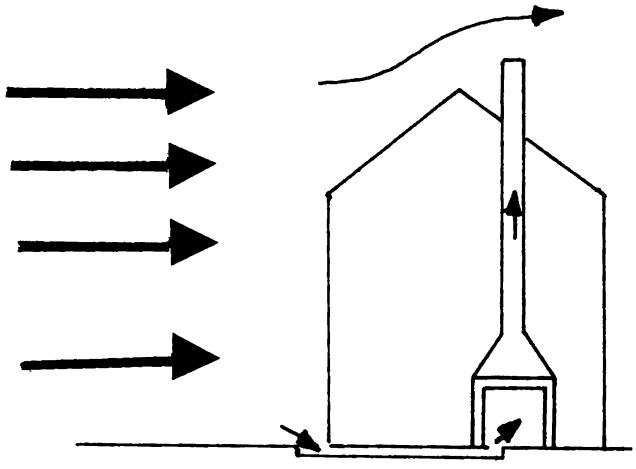
Dévoiement maximum autorisé d'un conduit de cheminée.



Position d'une souche de cheminée par rapport aux vents dominants.

plus grands, de 30 × 30 cm ou de 20 × 30 cm (la réglementation stipule que le plus grand côté d'un boisseau rectangulaire ne doit pas faire plus de 1,6 fois le petit côté).

Ces normes ne relèvent aucunement de caprices administratifs ; elles ont été mises au point pour votre sécurité. Il est donc essentiel de les respecter, dans votre propre intérêt.



Principe du tirage d'une cheminée.

La cheminée

Fruit d'une lente évolution depuis les temps les plus reculés, la cheminée comprend, elle aussi, un certain nombre d'éléments parfaitement codifiés. Ce sont:
— l'âtre;
— l'avaloir;
— les parties extérieures.

L'âtre

Il comprend lui-même:
— le foyer proprement dit (partie horizontale sur laquelle brûlent les bûches) qui reçoit la grille ou les chenets et sous lequel se trouve parfois un tiroir à cendre; il est en principe surélevé du sol;
— le coeur, ou partie arrière de l'âtre, qui reçoit la plaque (contre-coeur) en fonte destinée principalement à accumuler et à renvoyer la chaleur;
— la gorge, partie inclinée située directement au-dessus du coeur, parfois dotée d'un volet de régulation du tirage;
— les côtés d'âtre;
— le bandeau, partie frontale horizontale qui limite la hauteur de l'ouverture de l'âtre.

L'avaloir

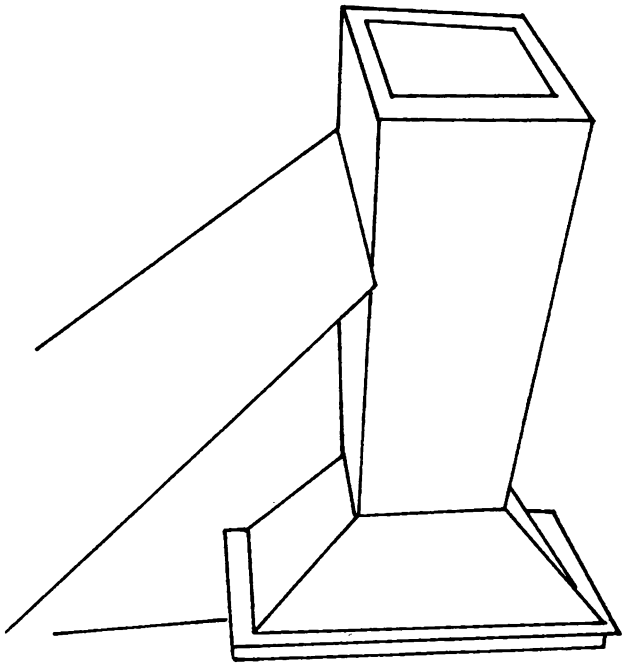
C'est la partie se trouvant directement au-dessus de l'âtre, assurant son rétrécissement pour permettre le raccordement avec le conduit de fumée. L'inclinaison de ses pans ne peut en aucun cas dépasser 60°.

Traditionnellement maçonné, l'avaloir est désormais le plus souvent en tôle et intègre fréquemment un dispositif de récupération (air/air) de la chaleur.

Les parties extérieures

Elles assurent l'esthétique de la cheminée mais ne participent en rien à son fonctionnement. Ce sont:

— les jambages, parties verticales prenant appui sur le sol ou sur le socle de foyer (surélévation du sol);
— la tablette, soutenue par les jambages, située au-dessus du tableau. Dans les cheminées rustiques, elle est souvent remplacée par une poutre, soutenue par des corbeaux surmontant les jambages;
— la hotte, qui correspond aux pans extérieurs de l'avaloir. Saillante sur les cheminées rustiques, elle est inexistante dans les cheminées rustiques, elle est inexistante dans les cheminées de salon dont l'avaloir est intégré au mur.



Vue en élévation de la souche, du conduit et de l'avaloir.

Les dimensions

Le bon fonctionnement d'une cheminée à foyer ouvert est conditionné par trois paramètres:
— les côtés de l'ouverture de l'âtre;
— la section du conduit;
— le volume de l'âtre.
Ces trois éléments doivent être associés dans un rapport strict, sans lequel le tirage ne peut être convenablement assuré. Ce qui revient à dire qu'on ne saurait construire une cheminée ou la transformer sans en tenir compte (d'où parfois la difficulté d'installer une cheminée en kit dans un conduit existant).

Les chauffagistes appliquent ce qu'il est convenu d'appeler la règle du 4-5-6 pour l'âtre: soit une profondeur de 40 cm, pour une hauteur de 50 cm et une largeur de 60 cm. Le respect de ces proportions constitue déjà une bonne règle de base. Pour être plus précis, on appliquera le tableau ci-dessous:

Volume à chauffer en m³	**Section de l'âtre** en m	**Hauteur de l'âtre** en m	**Ouverture de l'âtre** en m	**Côtés du conduit** en m
60	0,30 × 0,35	0,60	0,60 × 0,50	0,20 × 0,20
80	0,35 × 0,45	0,65	0,70 × 0,60	0,25 × 0,25
100	0,40 × 0,60	0,80	0,90 × 0,70	0,25 × 0,25
140	0,45 × 0,80	0,90	1,10 × 0,80	0,30 × 0,30
160	0,50 × 0,85	1,00	1,20 × 0,85	0,30 × 0,30
250	0,55 × 1,10	1,20	1,50 × 1,00	0,35 × 0,35

Ces cotes tiennent non seulement compte des impératifs liés au tirage, mais aussi du volume de la pièce à chauffer.

Le tirage

On comprend après ces pages que le tirage est le résultat d'un ensemble de paramètres dont un seul peut suffire à déséquilibrer l'ensemble.

Les causes de mauvais tirage sont donc multiples, mais la principale tient souvent à une mauvaise aération de l'âtre. En effet, pour qu'il puisse y avoir aspiration des gaz brûlés dans la cheminée, il faut qu'il y ait apport d'air frais au niveau de l'âtre ; soit cet air est aspiré dans la pièce elle-même, soit il est apporté directement de l'extérieur par des canalisations débouchant dans l'âtre lui-même. Cette seconde solution est évidemment la plus rationnelle, puisqu'elle évite de puiser de l'air chauffé dans la pièce, qui se trouve entraîné dans la cheminée par les besoins du tirage.

Dans bien des cas, lorsqu'une cheminée n'est pas équipée de bouches d'aération dans le foyer, le tirage se fait mal en raison du calfeutrage des portes et des fenêtres, conseillé par ailleurs pour obtenir une bonne isolation. Dans l'idéal, on placera une bouche d'aération de part et d'autre du foyer, alimentée par une canalisation de 20 à 50 mm de diamètre. Ces canalisations peuvent déboucher dans le vide sanitaire, mais il est préférable de prendre l'air directement à l'extérieur de la maison. N'oubliez pas de placer des grilles de protection qui éviteront l'entrée des rongeurs.

Autre source de mauvais tirage, la présence d'un extracteur d'air dans la pièce elle-même ou dans une pièce en relation directe avec celle où se trouve la cheminée. Lorsque celui-ci fonctionne, il se produit une dépression dans la pièce qui entrave l'aspiration des gaz dans la cheminée ; à l'extrême, ceux-ci refouleront dans la maison avec les risques d'asphyxie que l'on imagine ; d'où l'interdiction d'installer un extracteur dans toute pièce chauffée par un appareil de chauffage (cheminée ou poêle) raccordé à un conduit de fumée.

Dans les maisons anciennes, il est rare que les constructeurs d'autrefois aient bâti une cheminée tirant mal ; il faut donc rechercher l'origine d'un éventuel défaut de tirage dans une modification de l'environnement. Ce peut être une construction faisant obstacle ou perturbant le flux d'air vers la souche ; mais le plus souvent ce sont les arbres qui en sont la cause, car ils ne se trouvaient pas forcément là lorsque la maison et la cheminée ont été construites. Dans certains cas, un bon élagage (qui n'a jamais fait de mal à un arbre) suffira ; dans d'autres cas, il faudra choisir entre l'arbre et la cheminée... le premier pouvant alimenter la seconde !

Les appareils individuels

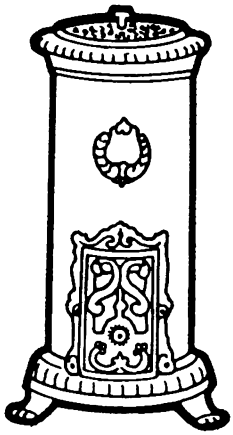
La cheminée à foyer ouvert a constitué le premier des appareils individuels en cela qu'elle permet de chauffer individuellement chacune des pièces de la maison. Très tôt, l'homme a compris que ce type de chauffage, pour agréable qu'il soit, n'offrait qu'un très faible rendement (apprécié aujourd'hui aux environs de 10 à 15 %), la majeure partie des calories obtenues partant, c'est le cas de le dire, en fumée dans le conduit !

Avant d'en venir aux solutions de récupération qui seront évoquées plus loin, on s'est porté vers le brûlage de combustible dans un appareil clos : le poêle.

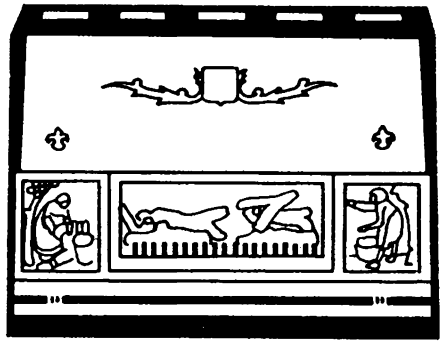
Les poêles

En faisant brûler le combustible dans un foyer de dimensions réduites, on peut limiter la section du conduit de fumée et donc une grande partie des pertes thermiques ; en utilisant un appareil métallique aux parois massives (en fonte), on obtient aussi un phénomène d'accumulation et de régulation de l'émission de chaleur, produite par rayonnement.

Le poêle constitue donc le plus simple des systèmes individuels de chauffage. Il a connu ses plus belles heures sous l'ère du charbon, combustible très efficace bénéficiant d'une combustion lente. Quelques perfectionnements techniques permirent la mise au point de poêles « à feu continu », dispensant d'un rechargement pendant la nuit.



Le traditionnel poêle cylindrique à charbon et à bois, immortalisé par la marque Godin. Ce modèle est encore en production.



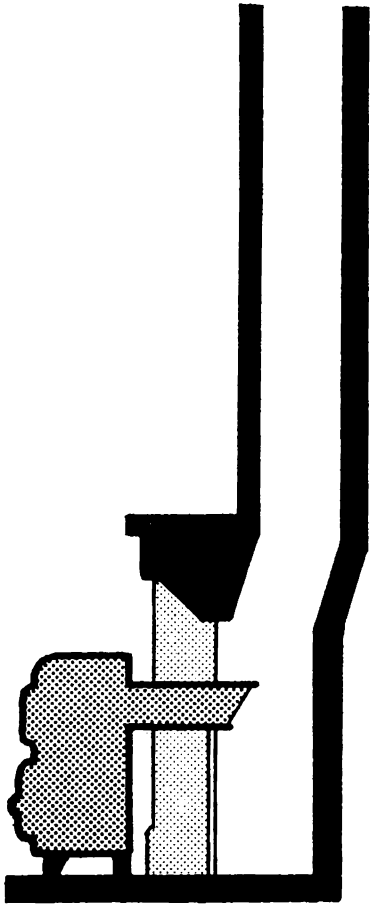
Un poêle contemporain à foyer horizontal vitré.

Le poêle eut de beaux restes dans les années soixante, avec le boom du fioul. Le poêle « à mazout » prit le relais du poêle à charbon en raison d'une plus grande commodité d'alimentation, parfois automatisée par l'intermédiaire de canalisations et d'une pompe, associées à une citerne de stockage pouvant, à différence du gaz propane, être enterrée sans obstacle. Particulièrement efficace (mais pas toujours esthétique), ce type de chauffage déclina avec la crise pétrolière des années soixante-dix.

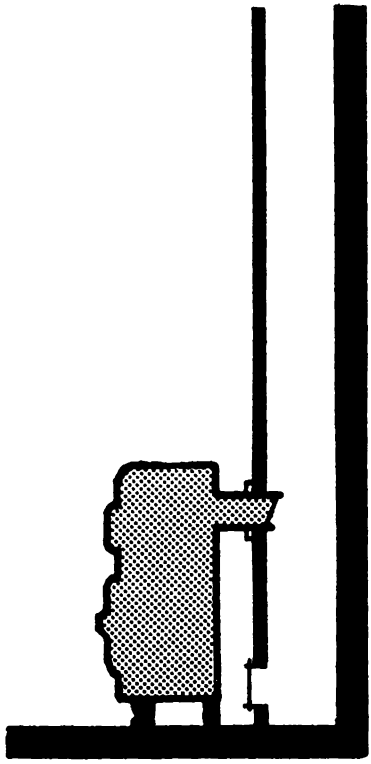
Curieusement, c'est peut-être le poêle à bois qui a le mieux résisté, surtout pour le chauffage des pièces ou des locaux annexes, d'utilisation artisanale ou semi-industrielle ; à la campagne, un atelier pourra être chauffé très valablement avec un poêle à bois, surtout si la maison bénéficie déjà d'une cheminée ou d'une installation de chauffage central intégrant une alimentation au bois.

Si le poêle à fioul comme le poêle à charbon ont été progressivement délaissés par les fabricants (ils en produisent encore quelques-uns pour les inconditionnels), il n'en est pas de même pour les appareils à bois qui bénéficient aussi, il faut le dire, d'un phénomène de mode. Reste que des progrès importants ont été réalisés en la matière, qui ont permis de porter à 40 % et même 60 % le rendement de ces appareils, certains bénéficiant d'un système à feu continu limitant à 2 ou 3 le nombre des chargements par 24 heures. Cela a pu être obtenu grâce à une régulation très précise de l'admission d'air. Ces améliorations sont directement liées aux études conduites dans le cadre du perfectionnement des chaudières à bois (aujourd'hui très utilisées) dont le rendement dépasse parfois 70 %. La renaissance de la traditionnelle cuisinière à bois, associée à une installation de chauffage central, n'est pas étrangère à cette évolution.

Tous les poêles, mais surtout les poêles à bois et ceux à charbon, doivent bénéficier d'un excellent tirage pour d'évidentes raisons de sécurité. En effet, un mauvais tirage peut entraîner une accumulation d'oxyde de carbone (inodore) dont on sait qu'il peut entraîner la mort par asphyxie (le fioul échappe pratiquement à ce risque). Il ne faut donc placer un poêle que sur un conduit tirant convenablement.



Raccordement d'un poêle dans une cheminée de salon.



Raccordement direct d'un poêle dans un conduit de fumée.

Par ailleurs, pour tous ces appareils (comme pour la cheminée à foyer ouvert d'ailleurs), il faut ramoner deux fois par an, car la suie de bois ou de charbon reste partiellement combustible; son accumulation dans un conduit peut entraîner un feu de cheminée, toujours difficile à maîtriser.

Les appareils électriques

L'électricité ne constitue pas bien sûr en soi un « combustible » à proprement parler, mais une source d'énergie capable de réchauffer l'air par convection, au moyen de résistances, directement ou indirectement en contact avec l'air. La facilité de distribution et de répartition de l'électricité dans une maison, un appartement ou une pièce, permet d'alimenter très facilement des appareils individuels, qui peuvent être placés à l'endroit le plus adéquat.

Les appareils électriques individuels sont de quatre types:

— les radiateurs à bain d'huile;
— les appareils accumulateurs;
— les appareils rayonnants;
— les convecteurs.

Les radiateurs à bain d'huile

Un peu délaissés aujourd'hui, les radiateurs à bain d'huile constituent cependant une solution qui n'est pas sans in-

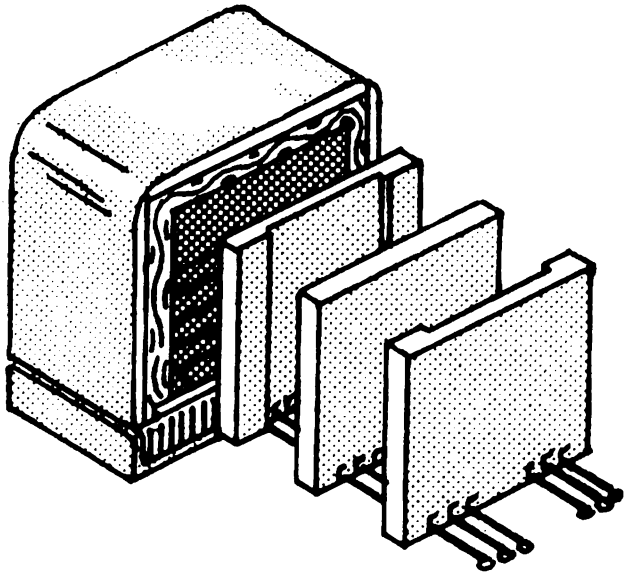
térêt, surtout si on les utilise en tant qu'appareils d'appoint. Montés sur roulettes, il s'agit d'appareils mobiles s'il en est, mais la spécificité de leur mode de fonctionnement mérite qu'on les présente ici ; il faut d'ailleurs noter qu'on les utilise souvent à poste fixe.

Il s'agit d'appareils en tôle, ressemblant par leur forme à des radiateurs de chauffage central traditionnels. Ils sont remplis d'huile, chauffée par une résistance électrique. Efficaces, ils présentent pour principaux avantages le silence de fonctionnement, une grande surface de chauffe et une parfaite mobilité, étant montés sur roulettes. Leur montée en température n'est cependant pas immédiate (à la différence d'un convecteur), ce qui les destine plutôt au chauffage prolongé d'une pièce. Ils bénéficient d'un thermostat incorporé qui en coupe le fonctionnement dès qu'une température donnée est atteinte ; d'une puissance de 750 à 1500 W, ils peuvent être raccordés sur les prises standard de l'appartement (16 A).

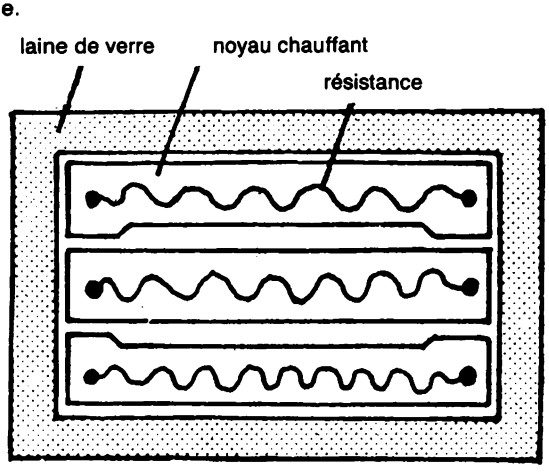
Les accumulateurs

Ils sont nés de la volonté de consommer (ou de faire consommer...) de l'électricité en heures creuses, c'est-à-dire la nuit. On sait en effet que l'électricité en tant que telle ne peut être stockée, alors que la production se fait 24 heures sur 24. Comment en effet arrêter une centrale thermique la nuit ou stopper le débit d'un barrage en certaines périodes ? D'où l'incitation d'EDF à faire consommer du courant la nuit, période d'utilisation de l'électricité insuffisante en regard de la production. Cet encouragement est devenu particulièrement fort lors de la crise pétrolière.

On a donc mis au moint des appareils capables de produire de la chaleur et de l'accumuler pendant la nuit, pour la restituer durant la journée, permettant ainsi de bénéfi-



Vue en éclaté (en haut) et vue de dessus d'un accumulateur électrique.



cier de conditions tarifaires particulièrement intéressantes.

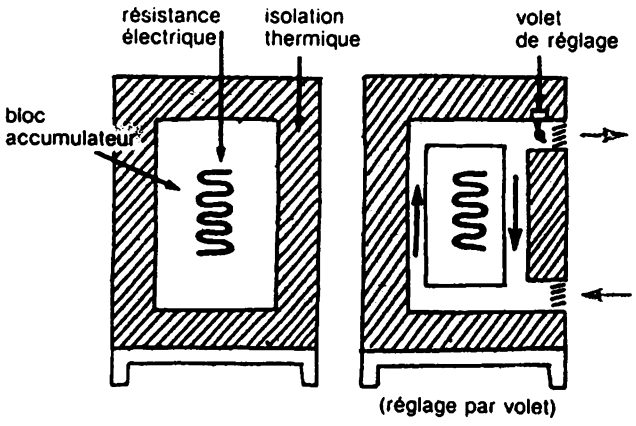
Un accumulateur est composé d'éléments chauffants d'une capacité en rapport avec le programme de chauffage envisagé. Le bloc accumulateur est composé d'un empilement de matériaux à base de magnésie (on parle de « briques ») capables d'être portés à haute température (600° C environ), de conserver la chaleur et de la restituer ensuite. Une enveloppe calorifugée limite la transmission de chaleur à travers la paroi de l'appareil.

L'accumulateur doit être en mesure de délivrer beaucoup moins de chaleur qu'il n'en utilise pour chauffer le local pendant la nuit, de la stocker et de la libérer pendant le jour.

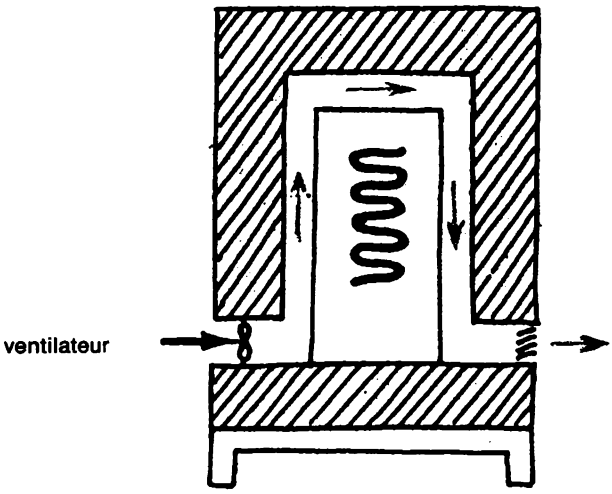
On distingue :

— **les accumulateurs statiques,** qui délivrent le chauffage par rayonnement ;

— **les accumulateurs dynamiques,** comprenant un ventilateur, qui délivrent le chauffage par convection forcée.



Vue en coupe (avant et de côté) d'un accumulateur statique.



Vue en coupe d'un accumulateur à restitution dynamique.

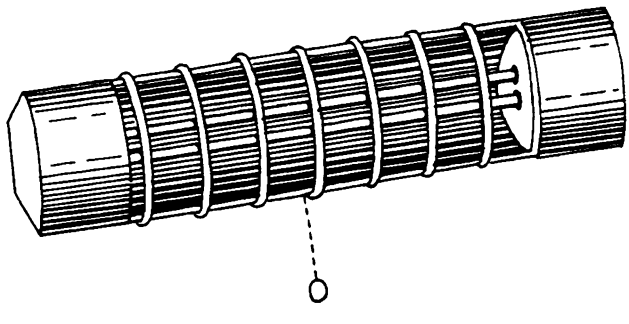
L'accumulation se fait uniquement pendant la nuit (accumulateurs dynamiques 8 heures) ou pendant toute la journée (accumulateurs dynamiques 24 heures), durant les heures creuses, ou en marche forcée à n'importe quel moment.

Efficaces, les accumulateurs n'en sont pas moins pénalisés par leur coût d'acquisition, et surtout par leur volume (surtout les accumulateurs 8 heures) et leur poids ; la ventilation des appareils à convection forcée constitue aussi une nuisance par le bruit, certes faible, mais persistant, surtout en allure rapide.

Les appareils rayonnants

Les infrarouges

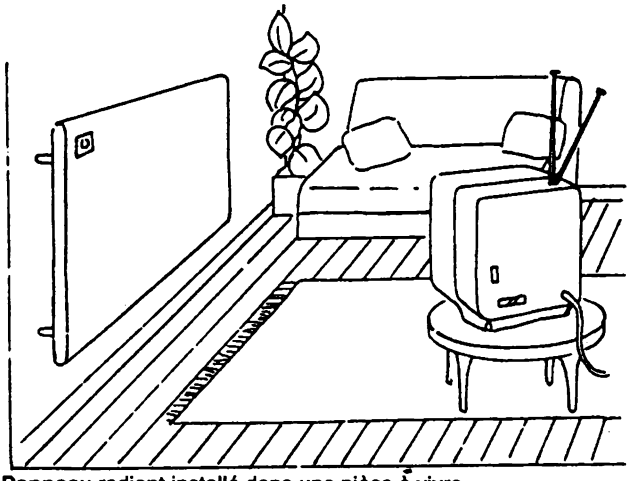
Ce sont les plus connus d'entre eux, aujourd'hui relégués le plus souvent dans les ateliers et les locaux de grandes dimensions, où ils permettent un chauffage ponctuel et dirigé intéressant (au-dessus d'un poste de travail par exemple). Ils sont aussi utilisés dans les salles d'eau.



Appareil infrarouge.

Les panneaux radiants

Ils constituent la nouvelle génération de ce type de matériel et participent directement à l'amélioration du confort dans l'habitat. Dits « panneaux basses températures », ils



Panneau radiant installé dans une pièce à vivre.

offrent une large surface émettrice assurant un chauffage très confortable, éliminant en particulier l'effet de mur froid, si désagréable.

Les techniques utilisées sont variées; le chauffage est assuré par une résistance traditionnelle, par un circuit imprimé sur tôle d'acier, par une résistance placée sous vide dans un tube en quartz, par une trame noyée dans une résine, etc.

La commande s'effectue par un interrupteur et par un thermostat incorporé ou non. La puissance de ces panneaux va de 500 à 2000 W.

Les convecteurs

Bien que de plus en plus intégrés dans un ensemble constituant tout un système de chauffage à caractère centralisé (notamment en matière de commande), les convecteurs doivent, du fait de leur principe de fonctionnement et de leur souplesse d'utilisation, être considérés comme des appareils individuels.

Principe de fonctionnement

Il consiste à chauffer l'air par l'intermédiaire d'éléments formés de résistances boudinées, blindées ou tissées. Ces éléments étant généralement placés à la base d'un coffre

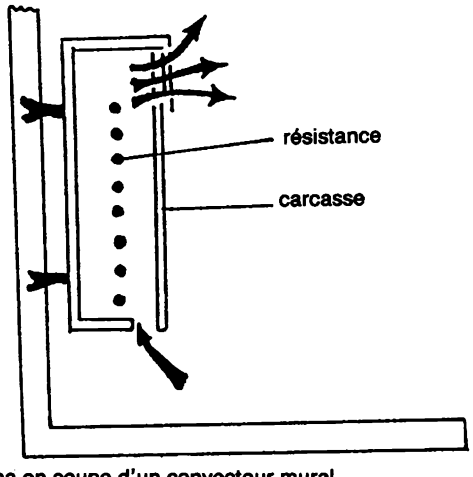


Schéma en coupe d'un convecteur mural.

métallique ouvert en haut et en bas, une circulation d'air chaud s'effectue naturellement, ce dernier étant, comme chacun sait, plus léger que l'air froid.

Les convecteurs classiques

Un convecteur comprend donc un ou plusieurs orifices d'admission d'air froid à la base, et une ou plusieurs bouches de sortie d'air chaud au sommet, la température de ce dernier ne devant pas dépasser 120° C. Ces bouches doivent être réparties de façon à offrir une répartition optimale de l'air chaud, assurant une différence maximale de 2° C entre la tête et les pieds. La température des parois de l'appareil ne doit pas dépasser 90° C, mais elle se situe, dans les faits, entre 40 et 70° C.

La puissance des convecteurs varie suivant l'utilisation dans une large plage, puisqu'elle va de 500 à 3000 W, par graduation de 250 ou 500 W.

Ils bénéficient d'une commande par interrupteur et par thermostat, incorporé ou centralisé suivant le type d'installation (une commande thermostatique centralisée évite que le thermostat soit influencé par la proximité de l'appareil).

Les convecteurs classiques se répartissent en deux catégories :

— les convecteurs standard dont l'encombrement en saillie, par rapport au mur, est de l'ordre de 10 à 13 cm ;
— les convecteurs extra-plats qui ne dépassent pas 4 cm.

Les convecteurs soufflants

Evolution des précédents, ils bénéficient, comme leur nom l'indique, d'une soufflerie, qui permet d'augmenter rapi-

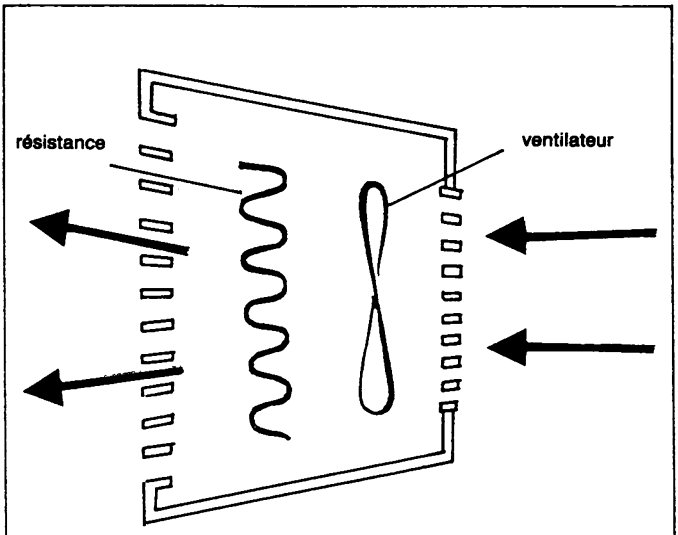


Schéma de principe d'un convecteur soufflant.

dement la température de la pièce. Ce sont en principe des appareils destinés à de petites pièces comme les salles d'eau. Ce type d'utilisation implique une protection électrique renforcée: double isolation et protection contre les projections d'eau.

Les convecteurs de sol

A vrai dire peu utilisés et mentionnés ici pour mémoire, les convecteurs encastrés dans le sol, en périphérie de pièce et qui sont du ressort de l'installation professionnelle. L'encastrement permet évidemment d'améliorer l'esthétique de l'installation et de gagner sur l'encombrement des appareils.

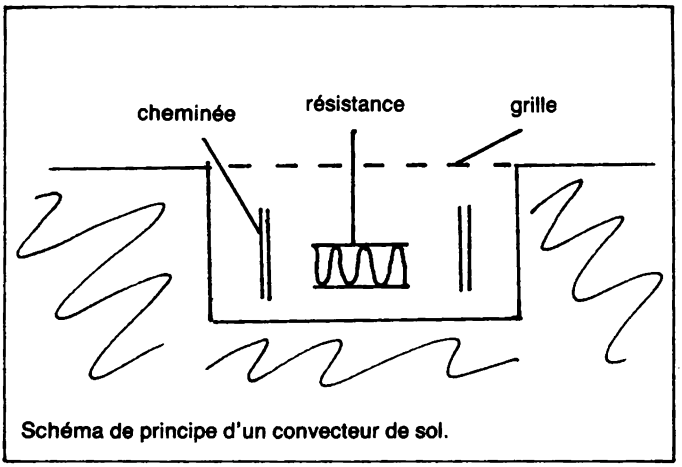


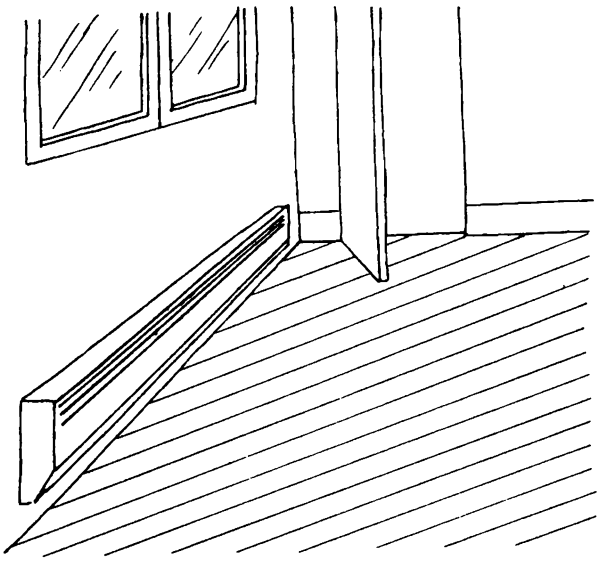
Schéma de principe d'un convecteur de sol.

Difficile à intégrer dans l'habitat ancien, ils présentent aussi l'inconvénient d'une réelle difficulté d'entretien pour éviter l'encrassement lié à la position au ras du sol.

Les plinthes chauffantes

Il s'agit en fait de convecteurs très bas d'un encombrement très faible (5 à 6 cm de profondeur sur 15 à 16 cm de hauteur), placés à une dizaine de centimètres du mur. Leur longueur va de 0,75 m à 1,50 m.

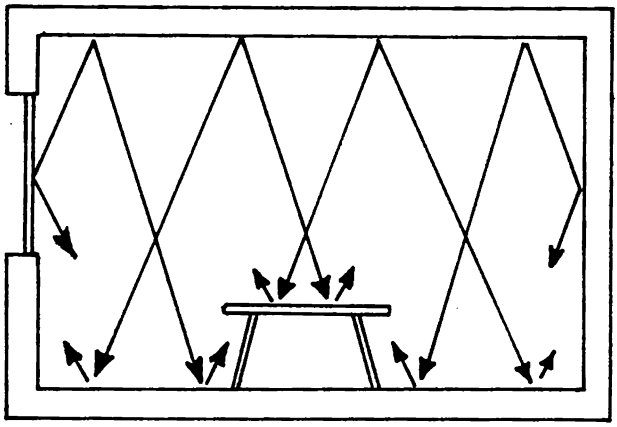
C'est une solution originale, qui concilie l'esthétique et l'efficacité. Le système se présente de façon modulaire, avec des éléments non-chauffants, ce qui permet de ceinturer complètement un local pour assurer la continuité visuelle d'une plinthe. La puissance de ces « plinthes » est de 400 à 500 W le mètre linéaire. Un thermostat centralisé permet de réguler le fonctionnement des plinthes chauffantes.



Plinthe chauffante installée dans une pièce à vivre.

Autres systèmes électriques

N'entrant pas vraiment dans la catégorie des appareils de type individuel, d'autres systèmes électriques touchant aux parois de la pièce permettent cependant un chauffage spécifique à chacun des locaux de la maison, d'où leur classement dans cette rubrique. Ils entrent globalement dans ce qu'il est convenu d'appeler les « trames chauffantes », qui peuvent être intégrées dans des revêtements muraux, dans des moquettes et dans le plafond.



Emission du rayonnement calorifique émis par une trame de plafond.

Dans tous les cas, des trames constituant un circuit électrique sont noyées dans un support de faible épaisseur. Réparties dans toute la surface du revêtement, elles s'échauffent lentement lorsqu'elles sont parcourues par le courant électrique, émettant une chaleur de type « basse température », de l'ordre de 25 à 30° C.

Pour les murs comme pour le plafond, la trame doit être posée sur un support bénéficiant d'une isolation de fond ; elle peut être recouverte sans problème par du tissu, du papier ou tout autre revêtement mince. Pour le sol, la trame est incorporée spécialement dans la moquette ou simplement placée sous celle-ci.

D'une puissance de 150 à 200 W/m², ces trames procurent une chaleur douce et suffisent à chauffer une pièce où les déperditions thermiques ne sont pas trop importantes.

CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE DANS L'HABITAT EXISTANT GUIDE DE CHOIX		
	Consommation annuelle prévisible en kWh/m² habitable	**Type de chauffage électrique à retenir**
maison individuelle	< 180 kWh	chauffage électrique direct par convecteurs ou panneaux radiants
immeuble collectif	< 140 kWh	
maison individuelle	de 180 à 240 kWh	chauffage électrique à accumulation
immeuble collectif	de 140 à 180 kWh	
maison individuelle	> 240 kWh	pas de chauffage électrique (sauf si travaux d'isolation thermique permettant de se situer aux valeurs ci-dessus)
immeuble collectif	> 180 kWh	

PUISSANCE INSTALLÉE	
Mode de chauffage	
Chauffage électrique direct convecteurs, panneaux radiants	Déperditions × 1,2 à 1,5
Chauffage par accumulation • «8 heures» • «dynamique» 24 heures	 Déperditions × 3 Déperditions × 1

Les appareils à gaz

Principes

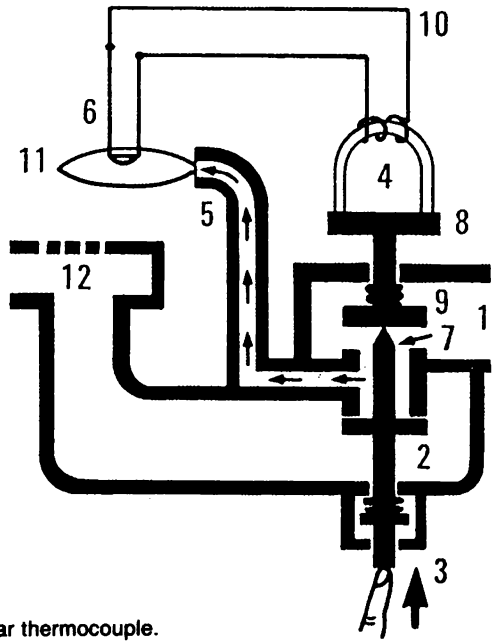
Ils entrent dans ce qu'il est convenu d'appeler le chauffage au gaz modulable, chaque pièce étant traitée individuellement et équipée de radiateurs indépendants, alimentés au gaz.

Ce système présente l'avantage d'une grande souplesse d'utilisation grâce, en particulier, à une régulation automatique et indépendante dans chaque pièce. La température peut, de ce fait, être facilement modulée d'une pièce à l'autre, en fonction de son utilisation, ce qui — on le sait — n'est jamais aisé avec une installation de chauffage central, par exemple. De plus, l'absence d'inertie des radiateurs, qui chauffent pleinement, presque instantanément, permet une remise à température rapide d'une pièce dont on a volontairement fait baisser la température.

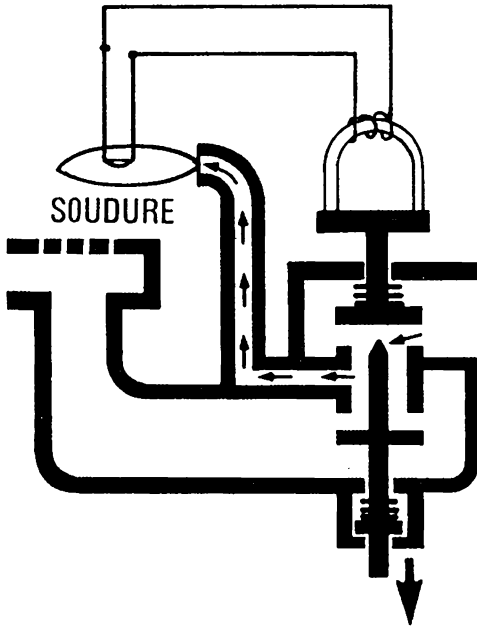
Ce type de chauffage est de ce fait particulièrement appréciable dans une résidence secondaire où il est souvent nécessaire d'obtenir rapidement une bonne température lorsqu'on arrive un soir de week-end. Il offre aussi une très grande souplesse pour toutes les pièces occupées occasionnellement. Enfin, il est particulièrement bien adapté aux intersaisons, où il peut n'être nécessaire de ne chauffer que durant quelques heures de la journée. On verra plus loin que ce type d'installation peut être couplé à une programmation centralisée constituant un intéressant facteur d'économie.

Les types d'appareils

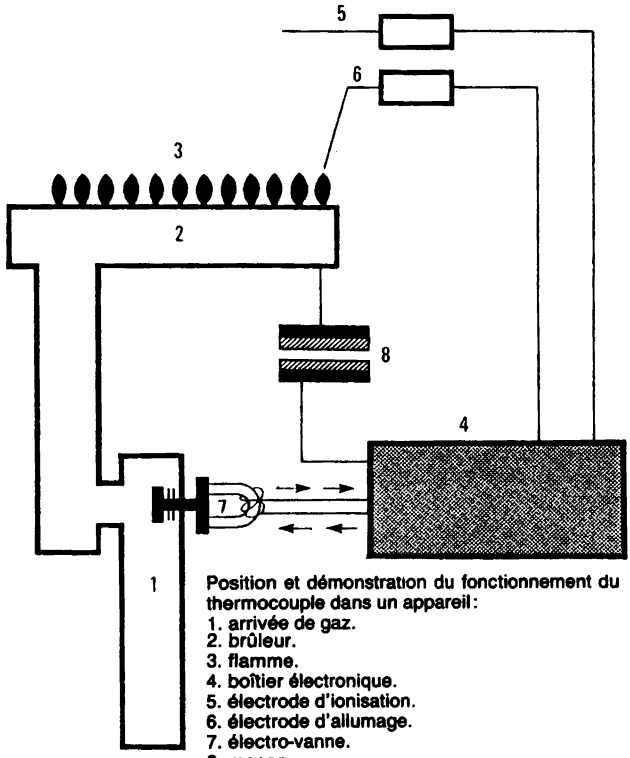
Il s'agit dans tous les cas de radiateurs comprenant un corps de chauffe intégrant un brûleur, dont le fonctionnement est commandé par un thermostat ; quand la température voulue est obtenue, le brûleur principal s'éteint, seule la veilleuse restant allumée. C'est elle qui rallumera le brûleur principal lorsque le thermostat le commandera. La sécurité la plus absolue est assurée par un dispositif dit de « thermocouple » qui coupe instantanément et automatiquement l'arrivée de gaz en cas de coupure ou d'avarie de l'appareil, ou du système de sécurité lui-même.



Sécurité par thermocouple.



1. arrivée du gaz.
2. clapet brûleur.
3. bouton-poussoir.
4. électro-aimant.
5. veilleuse.
6. thermo-élément.
7. clapet veilleuse.
8. plaque en fer doux.
9. ressort.
10. circuit électrique.
11. flamme veilleuse.
12. brûleur.



Position et démonstration du fonctionnement du thermocouple dans un appareil :
1. arrivée de gaz.
2. brûleur.
3. flamme.
4. boîtier électronique.
5. électrode d'ionisation.
6. électrode d'allumage.
7. électro-vanne.
8. masse.

Principe de fonctionnement du thermocouple : deux éléments métalliques distincts sont soudés entre eux par une de leurs extrémités. Les extrémités restées libres sont reliées par un fil électrique. Si l'on chauffe la soudure, on crée un courant électrique dans le circuit ainsi constitué ; si l'on cesse de chauffer la soudure, le courant disparaît ; ce courant de faible voltage est capable de rendre magnétique un électro-aimant.

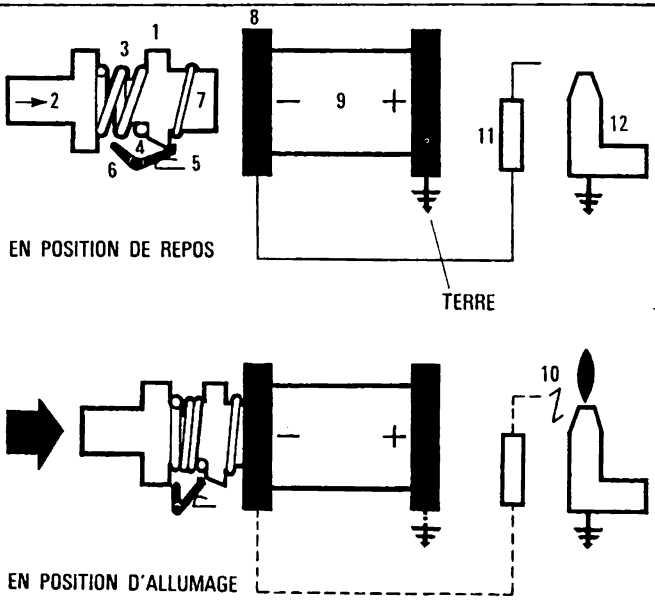
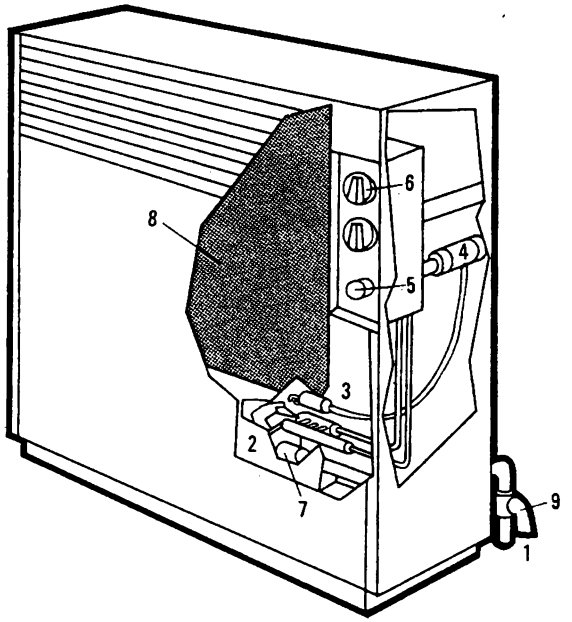


Schéma de principe de l'allumage piézo-électrique:
1. boîtier.
2. poussoir.
3. ressort de percussion.
4. levier basculant servant au déclenchement et au rappel.
5. ressort de rappel.
6. axe.
7. percuteur.
8. céramique.
9. cristal piézo-électrique.
10. étincelle.
11. bougie ou électrode.
12. brûleur métallique.

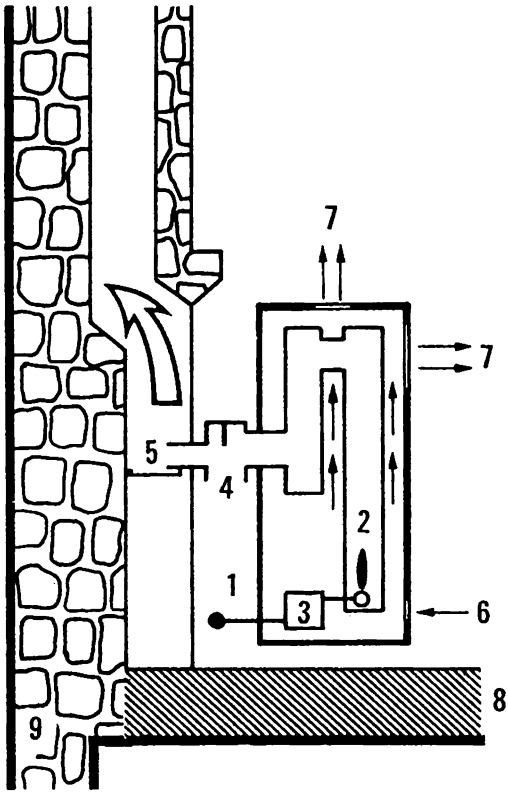
L'allumage de l'appareil se fait par train d'étincelle ou par système piézo-électrique, interdisant donc de se brûler.

Les différences concernent surtout le type d'évacuation des gaz brûlés. Si l'on dispose d'une cheminée et qu'il est possible de se raccorder dessus, on choisira de préférence un appareil prévu pour ce type d'évacuation (certains s'intègrent dans l'âtre comme des inserts).



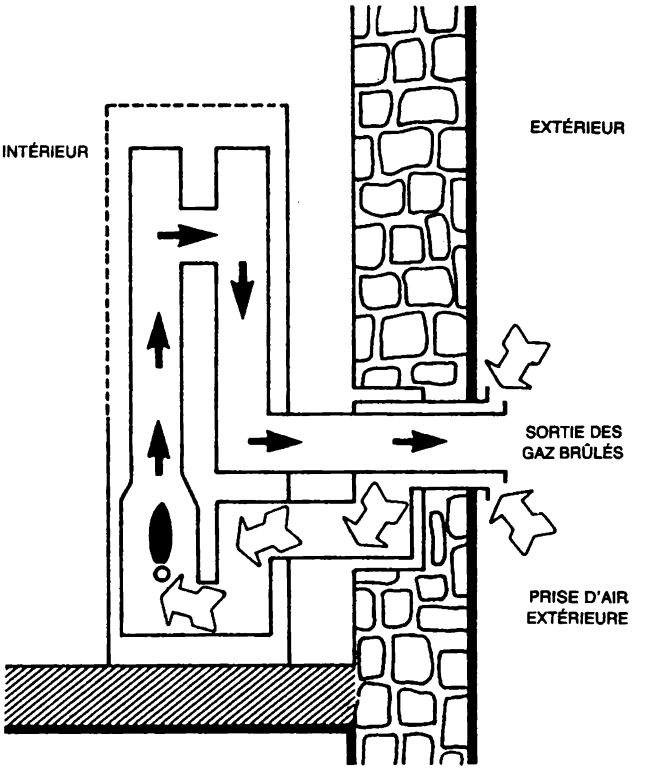
Coupe d'un radiateur de chauffage au gaz modulable: 1. arrivée de gaz. 2. brûleur. 3. allumage électrique (bougie). 4. céramique de l'allumage piézo-électrique. 5. bouton-poussoir. 6. thermostat. 7. thermocouple. 8. corps de chauffe (ou échangeur). 9. robinet.

Mais l'avantage du chauffage au gaz individuel est qu'il autorise une évacuation des gaz brûlés bien plus légère, par « ventouse ». Il s'agit d'un conduit de petit diamètre (9 à 12 cm suivant les puissances) devant traverser un mur extérieur, permettant tout à la fois d'y prélever l'air frais et d'y expulser les gaz brûlés. Même dans l'habitat ancien où le percement, même de trous de faible diamètre, peut poser problème, l'installation de ce type d'évacuation ne demande pas de travaux importants. En l'absence de vrai conduit de fumée, on se portera donc sur un type d'appareil prévu pour ce genre de ventouse. Il faut noter que ce type d'évacuation ne pose pas de problème esthétique en

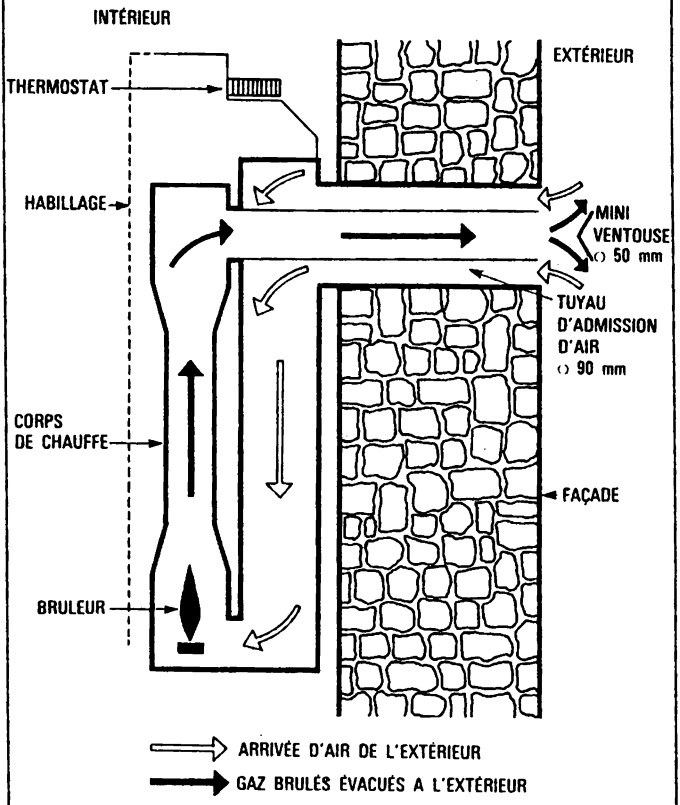


Evacuation des produits de combustion par raccordement sur un conduit de fumée:

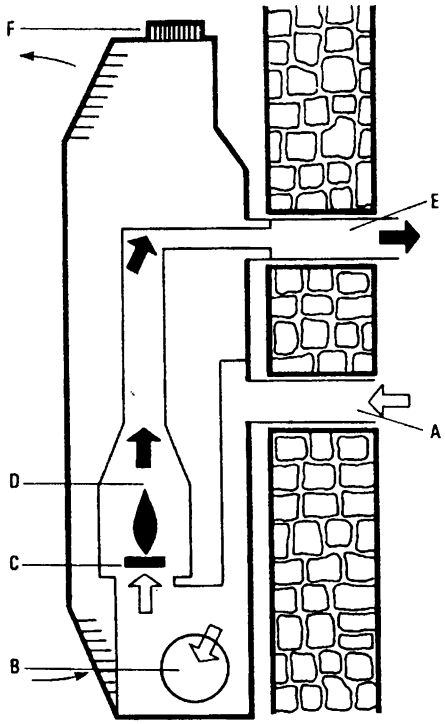
1. arrivée de gaz.
2. brûleur.
3. bloc de régulation et de sécurité.
4. coupe tirage.
5. départ des gaz brûlés.
6. reprise d'air à chauffer dans le local.
7. départ de l'air chauffé.
8. sol.
9. mur.



Principe de circulation et d'évacuation des produits de combustion dans un appareil à ventouse.

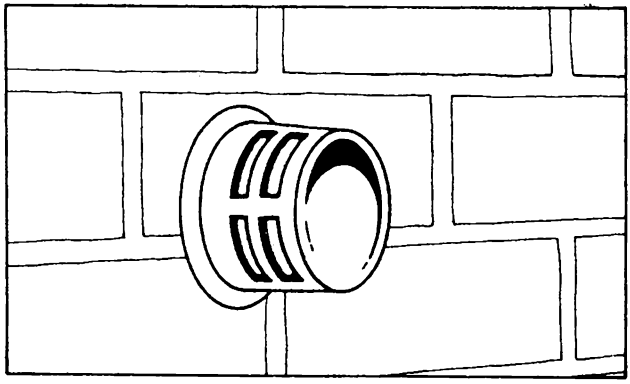


Principe de circulation et d'évacuation des produits de combustion dans un appareil à mini-ventouse à tirage naturel.

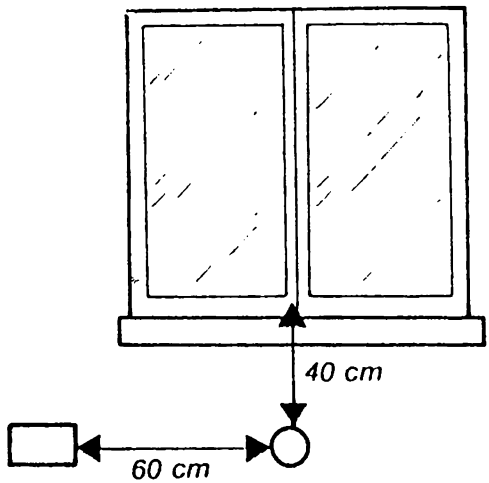


Principe de circulation et d'évacuation des produits de combustion dans un appareil à micro-ventouse :

A. tuyau d'admission d'air (diamètre 25 à 30 mm).
B. turbine tangentielle.
C. brûleur.
D. chambre de combustion.
E. tuyau de refoulement (diamètre 25 à 30 mm).
F. thermostat.



Déflecteur de ventouse.



Distances minimales d'une ventouse avec une entrée d'air ou une fenêtre.

façade (le diamètre des ventouses est souvent inférieur à celui des bouches normales de ventilation); par ailleurs, la qualité du gaz utilisé en France élimine tout risque de salissure de la maçonnerie.

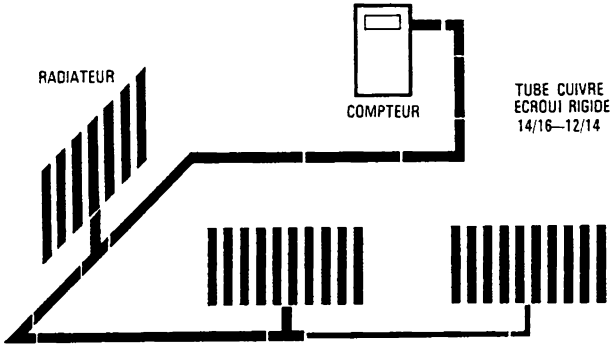
Les appareils eux-mêmes bénéficient bien sûr d'une alimentation autonome et automatique par tubes cuivre, raccordés directement au compteur central de l'installation.

Installation des appareils

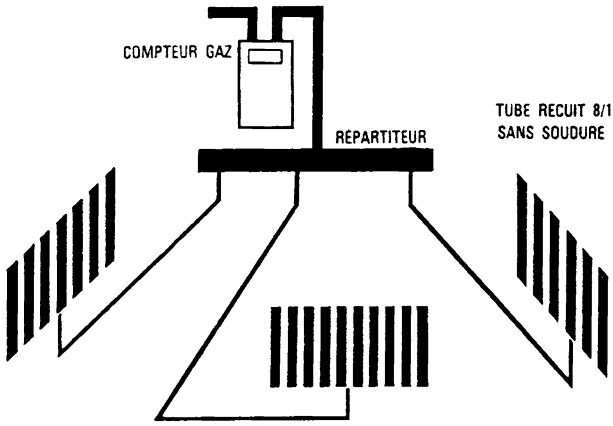
Le respect de normes strictes de sécurité et la nécessité d'un agrément du distributeur (GDF en France) impliquent de recourir aux services d'un professionnel pour ce type d'installation.

Les appareils eux-mêmes seront placés comme des poêles si leur évacuation se fait par un conduit de cheminée, ou contre un mur extérieur s'ils bénéficient d'une ventouse. Dans ce cas, on peut les placer où l'on veut sur le mur, mais il est préférable de les disposer sous les fenêtres afin de limiter l'effet de paroi froide qu'elles engendrent. Cela permet en particulier de libérer le reste du mur pour y placer des meubles. Rien n'empêche cependant, si on le souhaite, de disposer les radiateurs en plein panneau ou entre deux fenêtres, le tout étant de s'assurer que l'air peut circuler librement autour de l'appareil pour assurer la convection.

Il existe en revanche une réglementation stricte pour les ventouses qui ne peuvent être placées n'importe où. Celle-ci prévoit en particulier que l'axe de sortie de la ventouse ne peut se trouver à moins de 40 cm de toute baie ouvrante (fenêtre ou porte-fenêtre), et à moins de 60 cm de tout orifice d'entrée d'air de ventilation. Dans le cas d'une courette, la distance entre la ventouse et le mur d'en face doit être d'au moins 3 m. Enfin, lorsqu'elle débouche à moins de 1,80 m du sol, la ventouse doit être protégée pour éviter son obstruction et bénéficier d'un chapeau (dans les



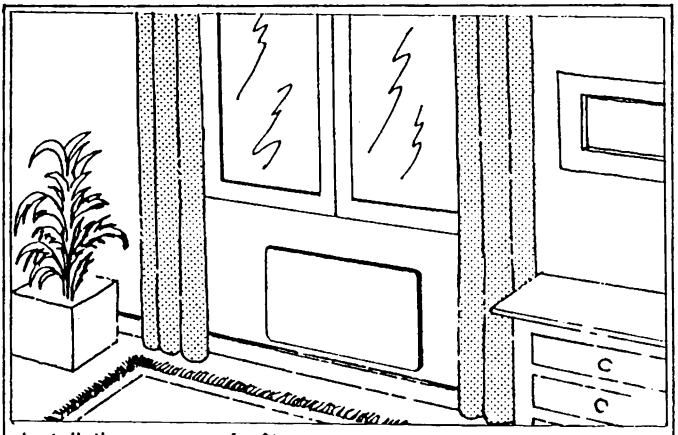
Installation en série.



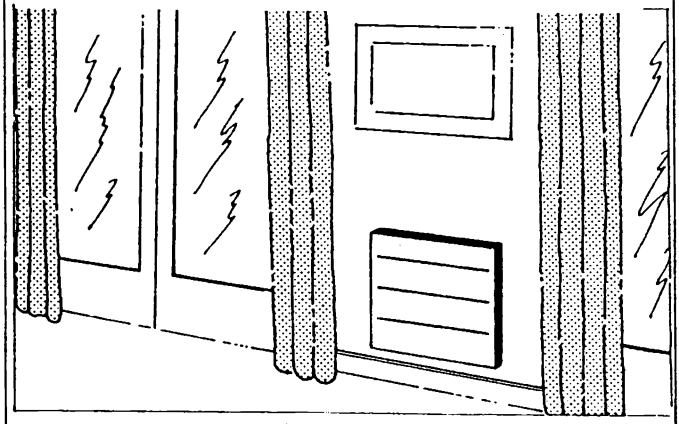
Installation par répartiteur.

faits, toutes les ventouses en ont un) formant déflecteur pour diriger les gaz de façon globalement parallèle au mur.

L'alimentation des appareils se fait, on l'a dit, par tubes de cuivre, dont le diamètre est fonction de la consommation des appareils et de la distance à couvrir. Elle peut se faire en série, avec des tubes de diamètre décroissant, ou

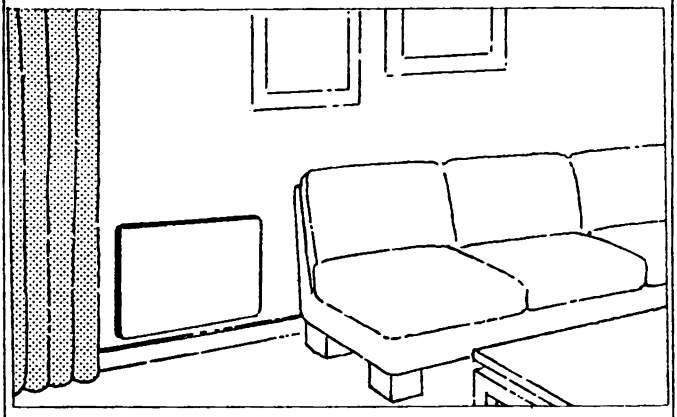


Installation sous une fenêtre.

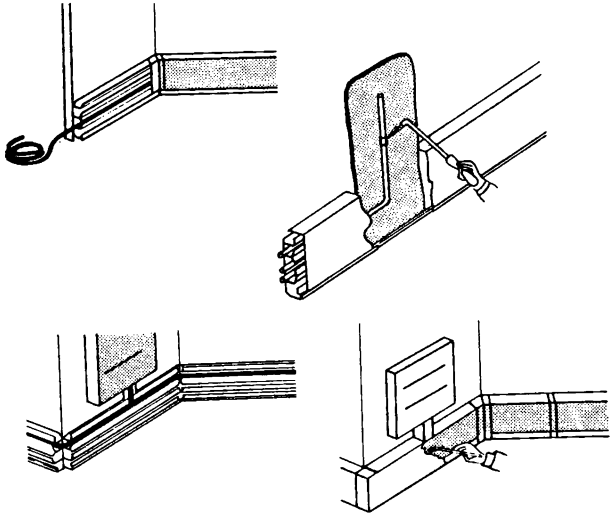


Installation entre deux fenêtres.

en parallèle (on parle ici de distribution « divisée ») à partir d'un répartiteur. Cette dernière solution permet d'utiliser du tube de plus petit diamètre, sans soudures. Les canalisations sont posées sous plinthe en PVC (ou gaine), en surplinthe (avec des colliers) ou noyé dans la chape, dans le respect de l'application des normes (art. 3.6 du DTU 61-1).



Installation en milieu de panneau.



Différentes phases d'installation d'un conduit d'alimentation en gaz sous plinthe.

Les appareils mobiles

Par définition, la mobilité est associée à l'appoint, encore bien sûr qu'il soit toujours possible de laisser à demeure un appareil mobile.

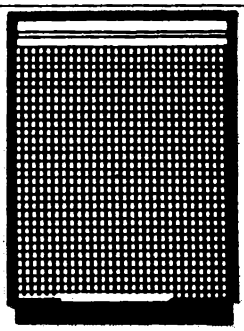
On retrouve ici les deux sources d'énergie qui viennent d'être évoquées: électricité et gaz.

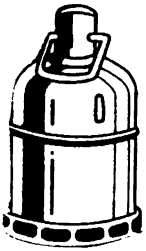
Les appareils mobiles électriques

Si l'on excepte les appareils à huile déjà décrits plus haut et les convecteurs classiques, qui n'ont de différence avec les convecteurs fixes que les pieds leur permettant de tenir debout, les seuls appareils électriques mobiles sont les petits modèles de convecteurs soufflants (souvent appelés « thermoventilateurs ») offrant l'avantage d'un chauffage rapide d'une pièce de taille limitée comme une salle d'eau (ils doivent être dans ce cas impérativement de classe II, bénéficiant ainsi de la double isolation et de la protection contre les projections). On trouve encore des appareils fondés à la fois sur la convection et la radiation, composés d'une résistance boudin et d'un réflecteur poli concave, participant au renvoi de la chaleur.

Les appareils mobiles à gaz

Ils sont très sensiblement différents des appareils fixes par la source d'alimentation, d'abord, puisqu'il s'agit toujours d'appareils à gaz butane, directement associés à la bouteille qui leur est intégrée.





Appareil butane à catalyse.

Considérés à juste titre comme des appareils d'appoint, ils n'en offrent pas moins une puissance de chauffe tout à fait intéressante qui permet d'élever rapidement la température d'une pièce (par exemple lorsqu'on arrive dans une maison de campagne) de 45 à 70 m³ (suivant l'isolation).

Si les appareils à rampe de brûleurs à flamme nue ont pratiquement disparu aujourd'hui, on rencontre encore deux types d'appareils: l'un dit «à infrarouge», la chaleur étant diffusée par rayonnement par des plaquettes de céramique portées à haute température; l'autre dit «à catalyse», beaucoup mieux adapté aux appartements (bien que moins puissant). La catalyse présente l'avantage d'une absence de dégagement d'oxyde de carbone, ce qui est toujours rassurant, même si les deux systèmes bénéficient d'une totale sécurité par contrôleur d'atmosphère.

L'allumage se fait désormais toujours par système piézo-électrique, ce qui élimine tout risque de se brûler avec une allumette. La puissance des appareils à infrarouge est de l'ordre de 4000 à 4500 W et permet de chauffer des pièces de 40 à 110 m³; celle des appareils à catalyse est comprise entre 2500 et 3000 W, et permet de chauffer un volume de 45 à 70 m³ (ces amplitudes correspondant à différents degrés d'isolation des pièces concernées).

Le chauffage central

L'origine du chauffage central n'est pas nouvelle puisqu'elle remonte aux Romains, mais plus précisément au milieu du XIXe siècle, époque où la bourgeoisie aisée découvrit progressivement les bienfaits du confort domestique. Pendant un certain temps, en effet, le chauffage central fut considéré comme peu honorable par la bonne société. A une époque où le fait d'avoir des domestiques était la marque de puissance et de richesse, le feu dans la cheminée, alimenté constamment par les gens de maison,

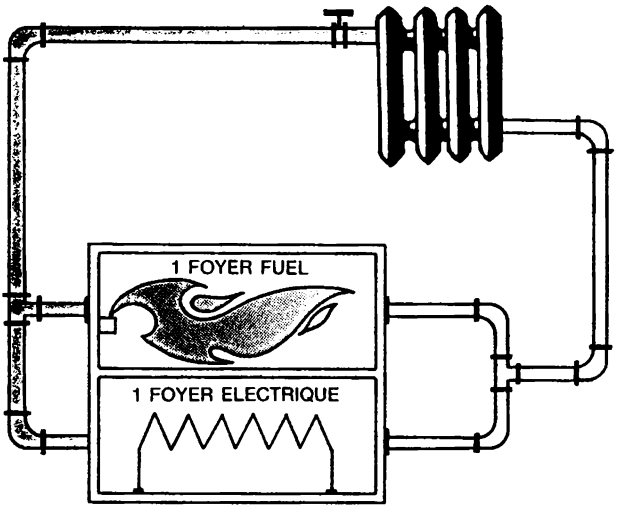


Schéma de principe d'une installation de chauffage central à chaudière bi-énergie.

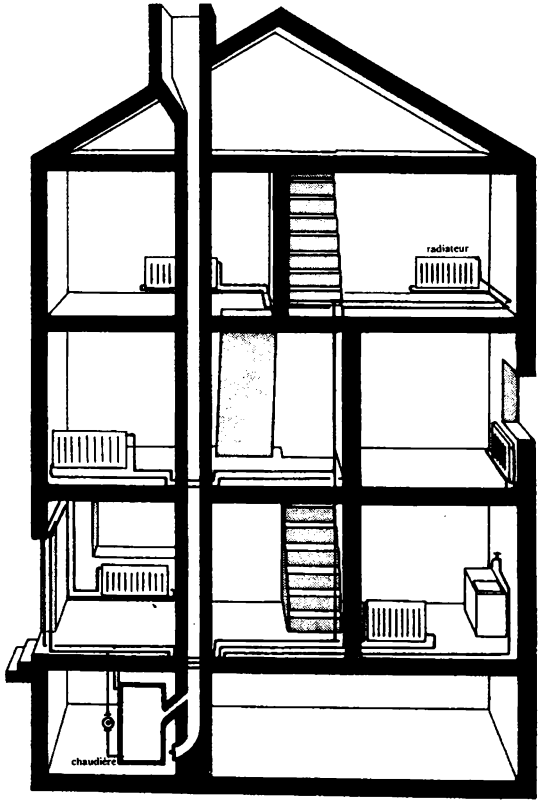


Schéma en coupe d'une maison chauffée par un chauffage central.

restait l'un des symboles de l'aisance, maigre compensation des privilèges perdus. Il faudra attendre la fin du XIXe siècle et le triomple de la révolution industrielle pour que le chauffage central devienne symbole de modernisme et de richesse.

Aujourd'hui où la plupart des immeubles collectifs et un grand nombre de maisons individuelles bénéficient du chauffage central, on n'imagine pas le bouleversement que celui-ci produisit à la fin du siècle dernier. Il faudra d'ailleurs attendre l'entre-deux-guerres, et même les lendemains du second conflit mondial, pour que le chauffage central se démocratise. Il constitue aujourd'hui l'un des meilleurs moyens de chauffage, celui qui assure une répartition très harmonieuse de la chaleur, dans les conditions optimales d'utilisations.

Les principes

Un système de chauffage central comprend trois grandes parties:
— la chaudière;
— les radiateurs;
— les canalisations.
Le principe de fonctionnement du chauffage central réside dans la circulation de l'eau (on parle de liquide « caloporteur »), chauffée dans la chaudière, dans les radiateurs, par l'intermédiaire du réseau des canalisations. Pour favoriser cette circulation, on utilise généralement une pompe ou un accélérateur; un réservoir, dit « vase d'expansion », est placé au point le plus haut de l'installation; il comprend une soupape de sécurité, permettant d'absorber les dilatations de l'eau résultant des différences de température. Un thermostat (ou « aquastat ») régule la température de l'eau et le fonctionnement de la chaudière.

En dépit de toutes les modifications et évolutions qui seront décrites plus loin, tous les systèmes de chauffage central fonctionnent à peu près suivant ce principe.

Installation

On verra plus loin que les évolutions actuelles les plus notables touchant le chauffage central concernent essentiellement l'unité de chauffe et les combustibles utilisés. Pour le reste, à quelques variantes près, la méthode d'utilisation reste la même.

L'unité de chauffe

Suivant l'importance de l'installation, l'unité de chauffe prend la forme d'une chaudière, installée généralement au sous-sol ou au rez-de-chaussée, au point le plus bas de l'installation, ou d'un gros chauffe-eau (on parle alors de chaudière murale) dans le cas d'une installation de chauffage en appartement. La plupart des systèmes du chauffage central en kit utilisent cette seconde solution, plus facile à installer par l'amateur.

Dans les deux cas, la chaudière comprend les éléments suivants :

— une *chambre de combustion*, à l'intérieur de laquelle on fait brûler le combustible ;

— un *brûleur* (pour les chaudières à fioul ou à gaz) ;

— un *échangeur thermique*, ou corps de chauffe, qui permet la cession des calories, résultant de la combustion, à l'eau ;

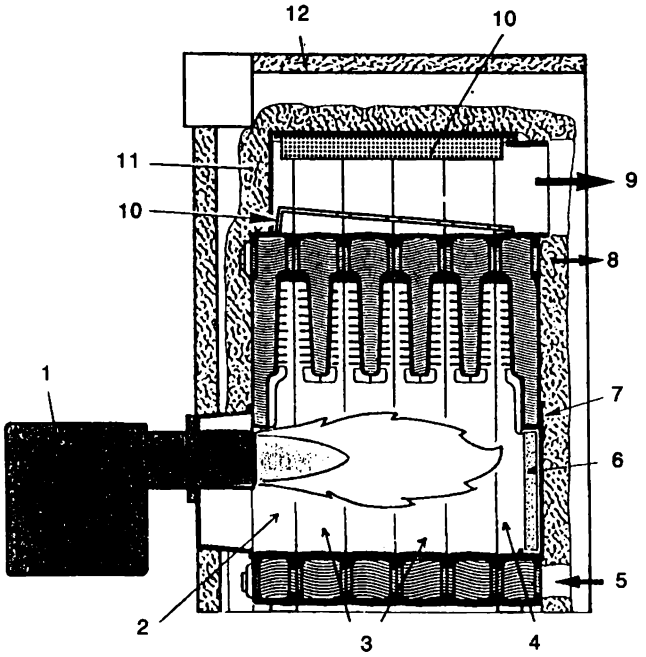


Schéma en coupe d'un foyer de chaudière :

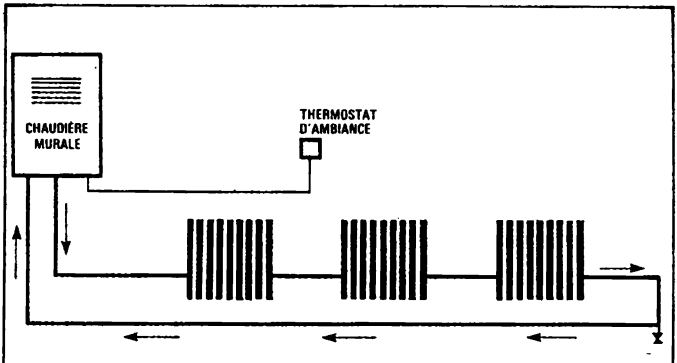
1. brûleur.
2. éléments avant.
3. éléments intermédiaires.
4. éléments arrière.
5. retour installation.
6. brique réfractaire.
7. porte arrière.
8. départ installation.
9. départ fumées.
10. optimiseur.
11. isolation du corps de chauffe.
12. piège à son.

— un *habillage*, sorte de carrosserie plus ou moins décorative (inexistante sur les vieilles chaudières en fonte). Cet ensemble comprend souvent aussi l'accélérateur, et presque toujours le thermostat. Les chaudières modernes bénéficient par ailleurs d'un ensemble de programmation et de modulation électronique très sophistiqué.

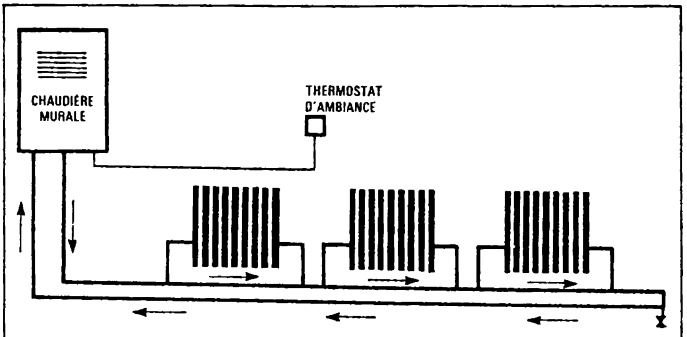
Les canalisations

L'unité de chauffe alimente les radiateurs en eau chaude suivant le principe du thermosiphon (reposant sur le principe que l'eau chaude a tendance naturellement à monter) ou grâce à une pompe de circulation. La première solution est souvent utilisée pour une petite installation d'appartement avec chaudière murale, la seconde pour une installation plus conséquente avec chaudière.

Deux systèmes sont possibles pour le cheminement des canalisations :
— **le système monotube** (avec ou sans dérivations) qui, comme son nom l'indique, ne comprend qu'un circuit qui part de la chaudière, passe par tous les radiateurs et y revient. C'est un système qui a le mérite de la simplicité et de l'économie (on utilise moins de tuyau) mais l'inconvénient d'une moindre efficacité, les derniers radiateurs ne recevant plus que de l'eau tiède ;

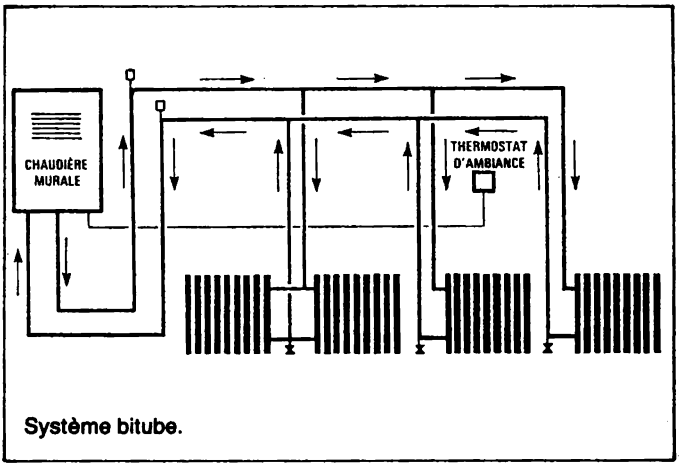


Système monotube en série.



Système monotube en dérivation.

— **le système bitube** comprend deux circuits distincts : le premier alimente les radiateurs en eau chaude, le second récupère l'eau qui a cédé ses calories, pour la ramener vers la chaudière. C'est le système de loin le plus efficace ; tous les radiateurs reçoivent une eau à haute température (les différences pouvant résulter de la longueur du tuyau à parcourir).



Système bitube.

La plupart des installations sont aujourd'hui réalisées en cuivre, matériau facile à travailler et surtout très durable. Reste son prix, qui pénalise une grande installation. C'est pourquoi on a souvent recours aux canalisations en fonte ou en acier, assemblées par des manchons vissants; elles trouvent tout leur intérêt pour les canalisations de forte section, indispensables dans les grandes installations. On verra plus loin le nouveau système d'alimentation dit « en pieuvre ».

Les radiateurs

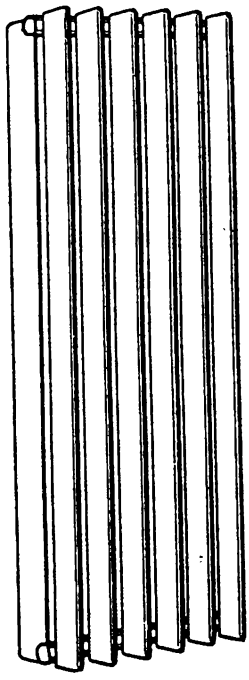
Autrefois en fonte, aujourd'hui presque toujours en acier, les radiateurs constituent ce qu'il est convenu d'appeler des « échangeurs thermiques ». C'est à leur niveau que les calories du combustible, transmises à l'eau par la chaudière, sont cédées à l'air de la pièce pour le chauffer. Cet échange se fait entre la surface du métal et l'air ambiant de la pièce.

Plus la surface du radiateur est importante, et plus la cession se fera facilement; c'est ce qui explique la structure dite en éléments, qui permet d'accroître considérablement le contact. Les radiateurs contemporains sont beaucoup moins ajourés que les radiateurs d'autrefois, en raison de l'amélioration du rendement des chaudières, qui n'impose plus une telle démultiplication de la zone de contact. Certains radiateurs sont aujourd'hui quasiment plats, sans ajours; d'autres au contraire ont une structure tubulaire très fine.

Les radiateurs sont commandés par un robinet qui permet de limiter la circulation de l'eau chaude, en agissant sur le débit. Ce robinet ordinaire est souvent remplacé par un robinet thermostatique (voir plus loin) qui permet de doser le débit en fonction de la température de la pièce et de celle recherchée (d'où un caractère modulable du chauffage).

Au point le plus bas du radiateur, on trouve un robinet de vidange, prenant souvent simplement la forme d'un simple boulon. Au point le plus haut, à l'opposé du robinet, se trouve une vis dite «de purge», qui permet d'éliminer l'air pouvant s'accumuler dans les appareils et les canalisations, source de bruit dans celles-ci.

Les radiateurs sont soit posés sur le sol par l'intermédiaire de pieds, soit suspendus par des potences (cette solution étant la plus répandue). Dans les deux cas, ils doivent bénéficier d'une légère pente (3 cm/m) vers l'orifice de vidange afin que toute l'eau qu'ils contiennent puisse être



Radiateur vertical contemporain.

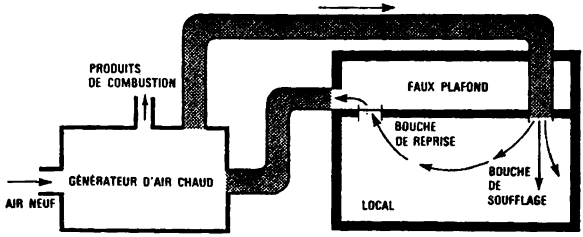
éliminée en cas de besoin (vidange hivernale, par exemple, ou intervention importante sur l'installation). Une tablette, généralement en verre ou en marbre, est presque toujours disposée au-dessus des radiateurs.

Bien que l'oeil se soit depuis longtemps habitué à la silhouette caractéristique des radiateurs, on ne peut pas dire qu'ils soient spécialement décoratifs; d'où l'idée de les dissimuler derrière un habillage leur donnant l'aspect d'un meuble grillagé en façade. Il faut être conscient du fait que le mieux étudié des cache-radiateurs réduit sensiblement le rendement de l'appareil. Un habillage mal fait, entravant la convection autour de l'appareil, peut nuire considérablement à l'efficacité et réduire la capacité de chauffage. Une large entrée doit être ménagée au pied de la façade pour permettre l'aspiration de l'air frais, et la façade doit être bien ajourée pour assurer la sortie de l'air chaud; des turbulences internes peuvent contrarier ce flux.

On a vu apparaître depuis quelques années une nouvelle génération de radiateurs, qui ont bénéficié des progrès réalisés en matière de fonderie et de travail de l'acier. C'est ainsi que sont apparus des radiateurs verticaux formant claustra, des radiateurs horizontaux formant garde-au-corps devant une baie vitrée, des radiateurs plinthe, des radiateurs à « trame » verticale ou horizontale, des radiateurs en forme de panneaux plats de faible épaisseur, enfin des radiateurs « porte-serviettes » pour les salles de bain. Dans ce dernier cas, en particulier, on associe l'eau chaude et l'électricité, cette dernière prenant le relais de la première lorsque le chauffage est au ralenti ou coupé.

Ces quelques pages vous ont permis de comprendre le principe de fonctionnement d'un système de chauffage central; vous trouverez plus loin les principales évolutions récentes qui ont permis d'améliorer considérablement son rendement et de l'adapter aux petites installations (celles des appartements, par exemple) en le rendant beaucoup plus souple.

Le chauffage central à air chaud



Principe de fonctionnement d'un chauffage à air chaud.

C'est une solution encore assez peu pratiquée chez nous, mais qui présente pour principal attrait la simplicité du dispositif, qui se limite à une unité de production d'air chaud (le plus souvent un générateur à gaz) et à des gaines de distribution de l'air chaud et de reprise de l'air frais. Le rendement en est élevé, puisque de l'ordre de 95 % dans certaines versions de matériel.

Reste que l'installation d'un tel système fait appel à de véritables spécialistes, compte tenu de la difficulté de bien calculer le diamètre des gaines, de bien penser leur parcours et de bien déterminer leur emplacement. Le passage de gaines importantes rend pratiquement impossible l'installation d'un tel chauffage dans l'habitat existant. On le réserve donc à l'habitat neuf, pour lequel il est possible de penser l'installation dans son ensemble (en prévoyant, par exemple, une ventilation des pièces humides par extracteurs indépendants, pour éviter le retour de l'air humide dans le circuit).

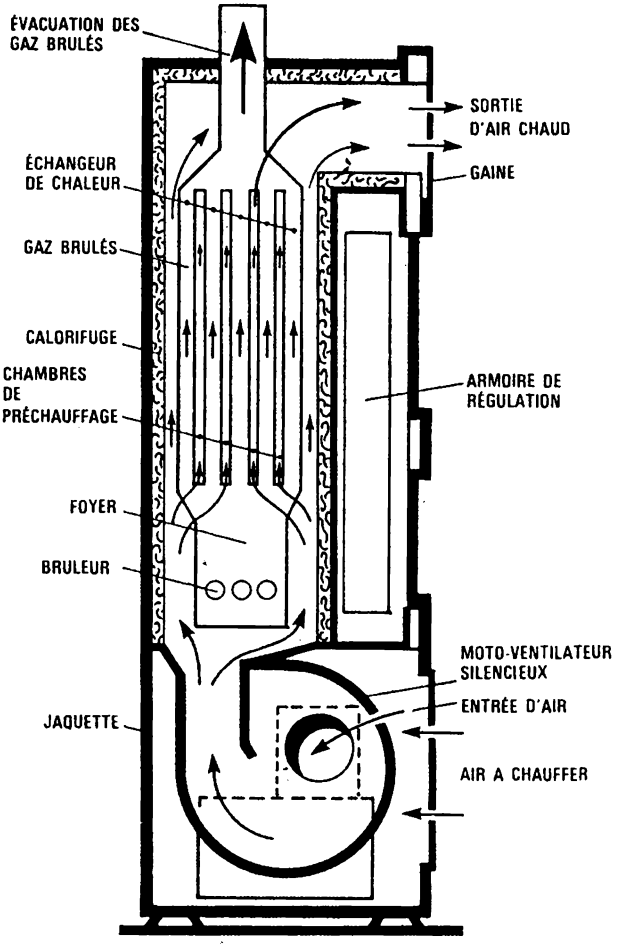
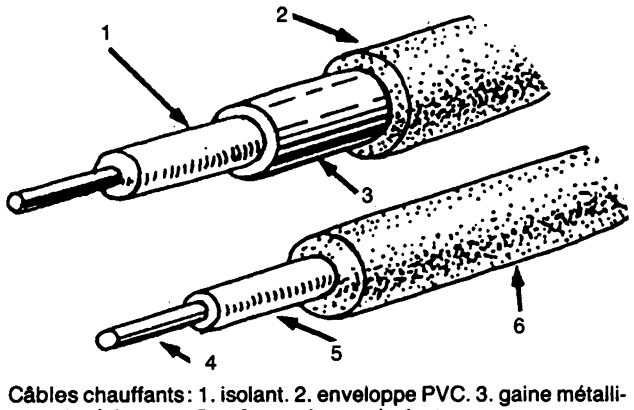


Schéma en coupe d'un générateur d'air chaud.

Les dalles électriques chauffantes

Bien qu'aujourd'hui très concurrencées par les trames chauffantes et d'autres systèmes de chauffage par le sol, qui seront étudiées plus loin, les dalles électriques chauffantes sont encore utilisées et méritent à ce titre d'être présentées ici.

On utilise ici des câbles chauffants que l'on noie dans le béton d'une dalle au moment de son coulage. Il doit s'agir bien sûr de câbles chauffants spécifiques, faisant l'objet d'un avis technique favorable (DTU 65-7) ou d'une norme NF (C-32 330) les mettant en conformité avec la réglementation en vigueur. Les câbles sont répartis en « nappe », de façon à assurer une répartition harmonieuse de la chaleur et éviter ainsi les points chauds. Une installation de ce type bien réalisée transforme la dalle de béton en véritable accumulateur thermique basse température, qui délivre une température douce, inférieure à 25°.



Câbles chauffants : 1. isolant. 2. enveloppe PVC. 3. gaine métallique. 4. résistance. 5 et 6. enveloppes isolantes.

Les énergies

Le charbon

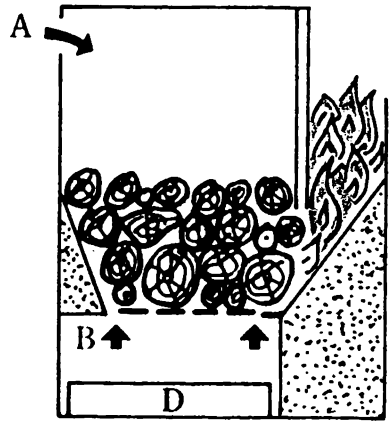
Ce fut longtemps le seul combustible utilisé dans les chaudières de chauffage central. Si quelques installations restent encore alimentées de la sorte, on peut considérer qu'elles auront totalement disparu dans les années qui viennent.

Le bois

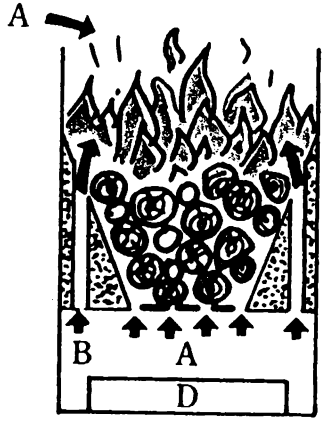
Rarement utilisé autrefois dans les chaudières (sauf peut-être dans celles d'établissements industriels brûlant leurs propres déchets de bois), le bois fait aujourd'hui une poussée spectaculaire dans le domaine du chauffage central, dans le cadre de la polycombustion, mais aussi dans celui du combustible unique grâce, en particulier, aux dérivés du bois actuellement commercialisés.

Les chaudières à bûches

Depuis le début des années quatre-vingts, on trouve sur le marché des chaudières polycombustibles bois/fioul et bois/gaz, mais aussi des chaudières tous-bois, de préférence à combustion horizontale ou inversée, pouvant rece-

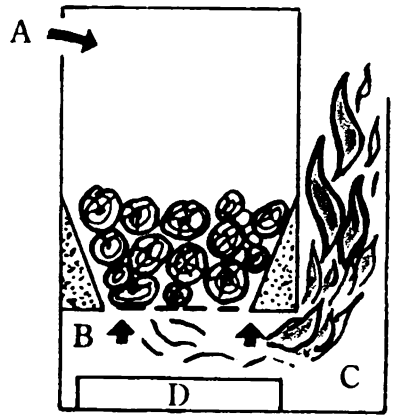


Combustion horizontale.



Combustion verticale.

A. Air primaire.
B. Air secondaire.
C. Chambre de combustion.
D. Cendrier.



Combustion inversée.

A. Air primaire. B. Air secondaire. C. Chambre de combustion. D. Cendrier.

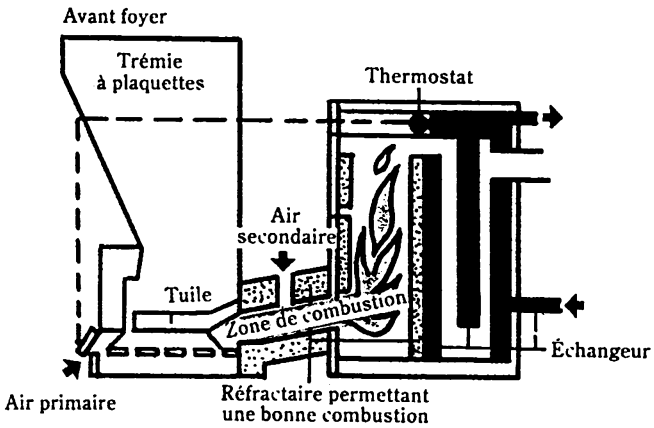
voir des bûches de plus de 1 m de long (cote intéressante puisqu'elles ne sont frappées que d'une TVA à 5,5 %).

Ces chaudières à chargement manuel posent évidemment le problème de l'alimentation (bien qu'il ne soit pas nécessaire de procéder à plus de deux chargements en 24 heures). On a vu apparaître un modèle de chaudière à bûches à chargement automatique par barillet, offrant une autonomie de 36 h à 1 semaine selon la température extérieure et, bien sûr, la puissance de l'appareil. Le rendement de ce type de chaudière est élevé, puisqu'il atteint environ 70 %. Les puissances sont comprises entre 50 et 200 kW.

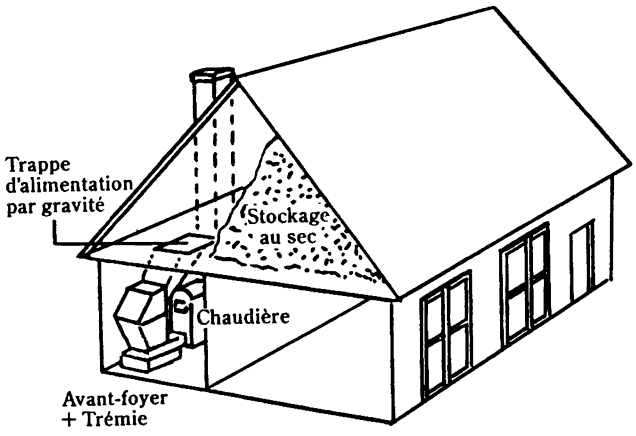
Les chaudières à plaquettes, déchets et granulés

C'est la nouveauté de la fin des années quatre-vingts. On peut penser que, sans bien sûr gagner tous les marchés, elle bouleversera la donne en matière de chauffage dans la prochaine décennie.

Avec un rendement de l'ordre de 75 à 80 %, ces chaudières sont réellement compétitives avec celles à gaz ou à fioul, seule la chaudière à condensation offrant un résultat supérieur (avec un superbe 100 %). L'alimentation automatique des dérivés du bois permet d'obtenir tout à la fois une meilleure combustion, un rendement optimal et une production de chaleur constante et régulière, ce qui n'est évidemment pas le cas avec un appareil à chargement manuel. La propreté de la chaudière est similaire à celle d'un autre type de chaudière (le bois imposant évidemment les précautions que l'on sait en matière de ramonage).



Chaudière à plaquettes.

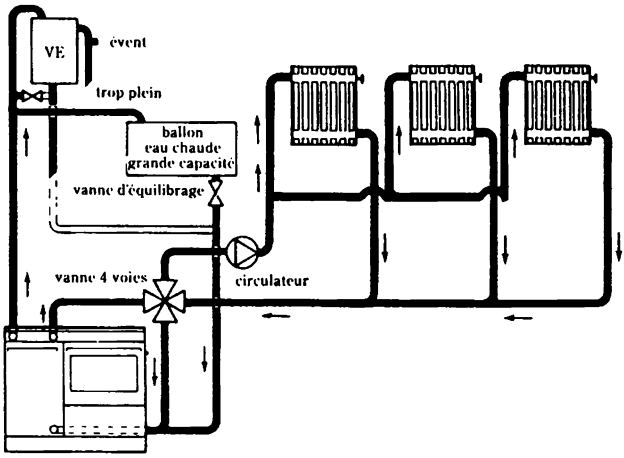


Alimentation par gravité d'une chaudière à bois déchiqueté ou à granulés.

Cette alimentation automatique implique le stockage du combustible dans un silo extérieur jouxtant l'installation, ou tout simplement dans le grenier ou dans la pièce située au-dessus de la chaudière.

On peut obtenir des degrés divers d'automatisation de l'alimentation. Le plus simple consiste à stocker le combustible au-dessus de la chaudière, et de procéder à une alimentation par gravité, en poussant régulièrement le combustible vers une trémie, reliée à la chaudière. Un tel système demandera une intervention manuelle tous les deux jours en demi-saison, et deux interventions par jour en période de grand froid.

Une automatisation complète peut être obtenue par des systèmes pneumatiques (granulés) ou par vis (granulés et déchets de bois). Ces systèmes conviennent pour des chaudières de plus de 60 kW.



Installation de chauffage central et de production d'eau chaude sanitaire à partir d'une cuisinière à bois.

Le fioul

Connu successivement sous les noms de mazout, de gazole (la version utilisée comme carburant pour les moteurs) et de fuel, le fioul — comme il convient de l'appeler désormais en bon français — a progressivement remplacé le charbon dans la plupart des installations de chauffage central, au point d'obtenir un quasi-monopole dans les années soixante (à peine contesté par le propane). On sait le coup de frein donné à son expansion du fait de la crise pétrolière. Les concurrences conjuguées du gaz, de l'électricité et des solutions de polycombustion ont obligé les constructeurs à rivaliser d'ingéniosité pour redonner aux chaudières au fioul leur compétitivité. Ils y sont partiellement

parvenus grâce à des matériels à hautes performances. Mais surtout, ils ont permis au fioul de se maintenir dans les solutions mixtes (les chaudières électro-fioul qui seront évoquées plus loin, par exemple).

Les chaudières au fioul bénéficient de brûleurs très performants et d'un corps de chauffe très perfectionné intégrant notamment un système d'insonorisation poussée. Bénéficiant de l'électronique, de nombreuses chaudières sont désormais équipées d'un dispositif de régulation et de programmation par microprocesseurs.

Toutes les chaudières incluent un ballon d'eau chaude sanitaire d'une contenance de l'ordre de 150 litres.

La gamme des chaudières à fioul actuellement sur le marché couvre des puissances allant de 15 à 70 kW.

Le gaz

Pendant longtemps, le gaz de ville fut produit à partir du charbon, jusqu'à l'exploitation de gisements de gaz naturel français (Lacq) puis étrangers (Algérie, URSS et Pologne en particulier). Depuis peu, un « nouveau » gaz a fait son apparition: le « GPL », c'est-à-dire le gaz de pétrole liquéfié qui, comme son nom l'indique, est un sous-produit du raffinage. Dans les zones non alimentées (petites villes et régions rurales), le gaz propane bénéficia d'un effort considérable de distribution par les pétroliers; d'où le fantastique développement du chauffage au gaz, combustible moins soumis que le pétrole aux aléas et fluctuations politico-économiques du Moyen-Orient.

Comme dans toute chaudière, l'eau est ici chauffée indirectement par la flamme; une flamme qui allie une plus grande souplesse et une puissance supérieure à celle du fioul, par exemple. De plus, comme pour les radiateurs au gaz, une chaudière de ce type n'exige pas impérativement un véritable conduit de fumée; on retrouve donc les possibilités d'expulsion des gaz brûlés par une ventouse,

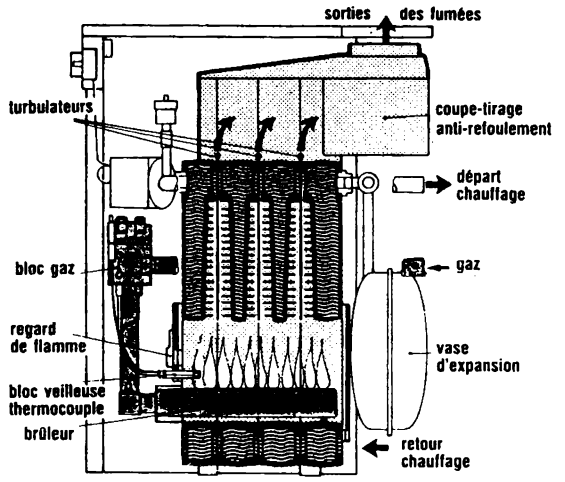
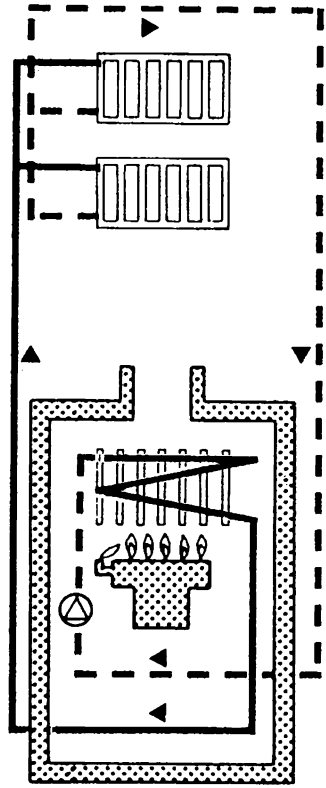


Schéma en coupe d'une chaudière à gaz.

traversant un mur extérieur. Par ailleurs, la miniaturisation des brûleurs et du corps de chauffe, maîtrisée depuis longtemps à travers chauffe-eaux et chauffe-bains, a permis la mise au point de chaudières murales d'un encombrement très limité, idéales pour l'alimentation d'installations de chauffage central individuel, en appartement, par exemple. Ces chaudières peuvent atteindre une puissance de l'ordre de 40 kW (la moyenne se situant aux environs de 20 kW).

A signaler, pour mémoire, l'existence de chaudières à gaz par accumulation.

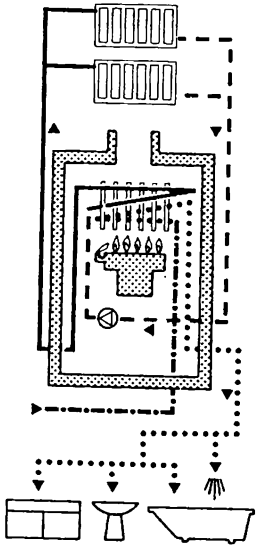
Si, dans la plupart des cas, le reste de l'installation est comparable à celui de n'importe quel autre système de chauffage central, il faut évoquer l'existence de convecteurs qui, comme leur nom l'indique, sont conçus pour fonctionner par circulation d'air. Ils sont associés de préférence à des chaudières murales, dont la rapidité de chauffe est supérieure. On les installe de ce fait de préférence dans des locaux utilisés de façon intermittente (résidence secondaire, par exemple).

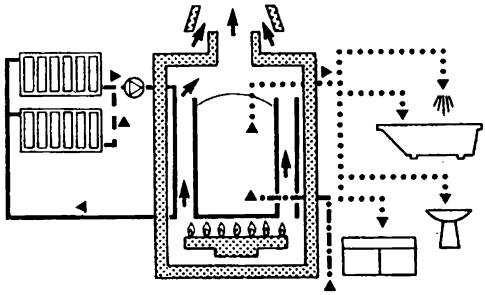


Ci-dessus: schéma de principe d'une chaudière à gaz simple service.

Ci-contre en haut: chaudière murale double service à production instantanée.

Ci-contre en bas: chaudière de sol à production par accumulation.





L'électricité

Longtemps limitée au chauffage instantané ou par accumulation de l'eau sanitaire, l'électricité est désormais largement utilisée dans le domaine du chauffage central. Elle est, la plupart du temps, associée à une autre source d'énergie.

Une chaudière électrique se compose d'un réservoir en tôle d'acier qui constitue le corps de chauffe, doté de thermoplongeurs, d'orifices de départ, d'arrivée et de vidange. Un ou plusieurs «aquastats» commandent la mise sous tension des thermoplongeurs. Comme dans toute chaudière, on retrouve d'autres accessoires: pompe de circulation, vanne mélangeuse, vase d'expansion, soupape de sûreté. L'alimentation électrique impose la présence d'un tableau de commande et de contrôle.

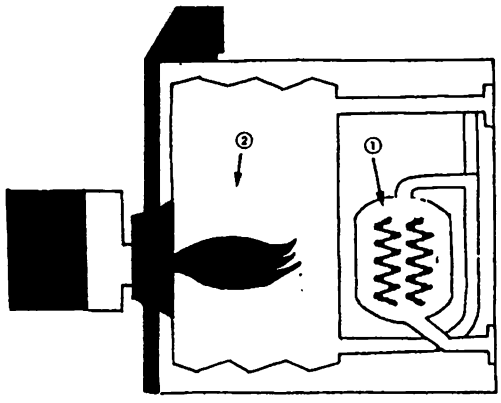


Schéma de principe d'une chaudière électro-fioul:
1. résistances électriques. 2. brûleur fioul.

Améliorer le rendement

Les récupérateurs de chaleur
Les inserts
La pompe à chaleur
La polycombustion
La bi-énergie
La condensation
Le solaire
Les perfectionnements du chauffage central :
— Le chauffage central hydraulique pieuvre
— Les planchers chauffants basse température

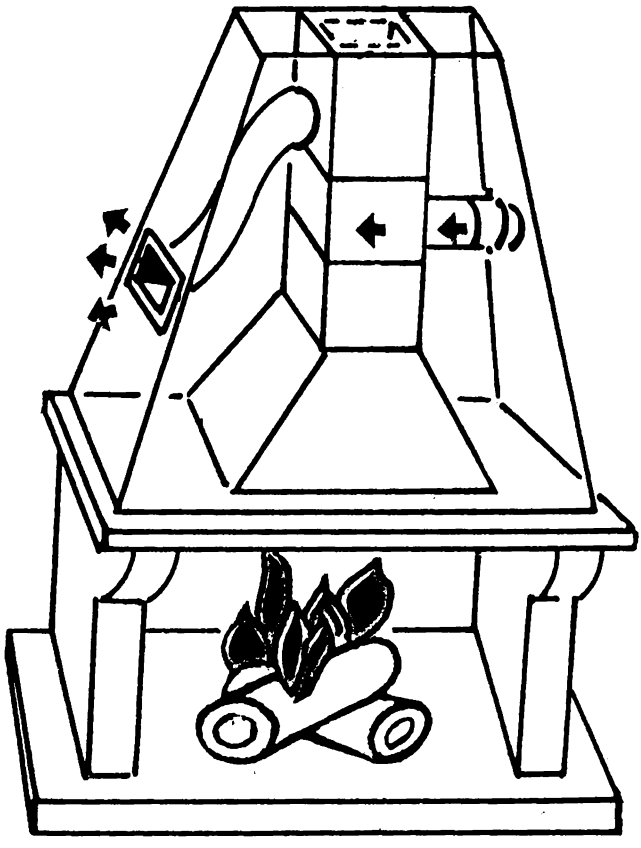
L'accroissement du rendement d'un système de chauffage présente le double avantage d'une amélioration du confort et d'un abaissement du coût de chauffage par réduction de la consommation. Des recherches importantes ont été lancées dans ce domaine dans les années soixante-dix, alors que la crise pétrolière battait son plein. Comme il est normal en industrie, ces recherches n'ont porté valablement leurs fruits que 5 à 10 ans plus tard, alors que les produits énergétiques mondiaux avaient trouvé des solutions économico-politiques. D'où des résultats souvent inespérés dans le domaine du chauffage, pour lequel, dans certains cas, il n'est pas vain de parler d'une véritable révolution.

On a vu que les années soixante-dix avaient été marquées par la redécouverte du bois en tant que combustible aussi intéressant qu'agréable, pourvu qu'on puisse s'en procurer à un prix raisonnable. Restait le rendement très faible de la cheminée à foyer ouvert (10 à 15 %) qui méritait pour le moins une amélioration.

Les recherches se sont portées dans deux directions complémentaires :
— la récupération des calories perdues dans le conduit de fumée (récupérateurs) ;
— une meilleure combustion du bois dans l'âtre (inserts).

Les récupérateurs de chaleur

Cette notion est loin d'être nouvelle, puisqu'on trouve des récupérateurs dans les cheminées d'autrefois, et plus particulièrement dans celles des demeures bourgeoises du milieu du XIXe siècle. En effet, de nombreux appartements ou maisons étaient déjà équipés de bouches de récupération d'air chaud, situées souvent sur le côté des jambages de la cheminée, mais parfois aussi dans une autre

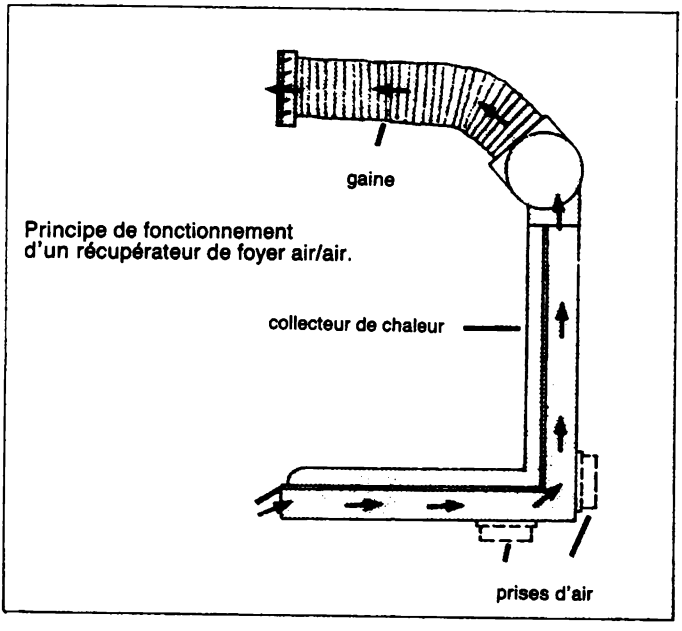


Cheminée à foyer ouvert dotée d'un récupérateur de hotte air/air.

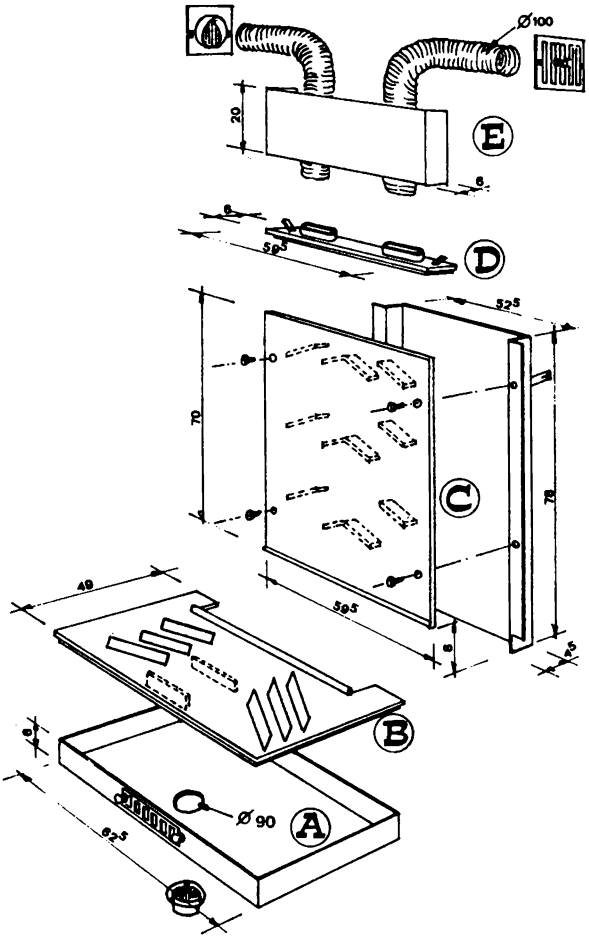
pièce (parfois située à l'étage supérieur). Dans ce cas, c'est généralement la cheminée de l'office qui, fonctionnant en permanence, servait de source de chaleur.

Ces récupérateurs primitifs appartenaient à ce qu'il est convenu d'appeler les récupérateurs air/air. Le système a été perfectionné et l'on est passé à la notion de récupérateurs air/eau, la cheminée participant dans ce cas au chauffage de l'eau du système de chauffage central.

Les récupérateurs air/air



Principe de fonctionnement d'un récupérateur de foyer air/air.



Dessin éclaté d'un récupérateur de foyer air/air :
A. boîtier inférieur.
B. plaque d'âtre.
C. boîtier arrière.
D. couvercle.
E. répartiteur.

récupérateurs de ce type, mais tous ont cette caractéristique en commun.

En règle générale, la sole foyère (le plancher de l'âtre) est creuse et se trouve en relation avec l'extérieur au niveau frontal de la cheminée, souvent en dessous du cendrier. Dans bien des cas, on trouve un boîtier à l'arrière du foyer, au niveau du coeur, derrière la plaque foyère, laquelle fait parfois partie de ce dernier. Celui-ci est prolongé par des canalisations, qui dirigent l'air chaud vers la pièce où se trouve la cheminée, ou vers une pièce contiguë ou située à l'étage supérieur.

Dans certains cas, le boîtier de convection est essentiellement composé d'un avaloir métallique à double carter, alimenté en air frais, débouchant sur les côtés de la hotte par des orifices grillagés.

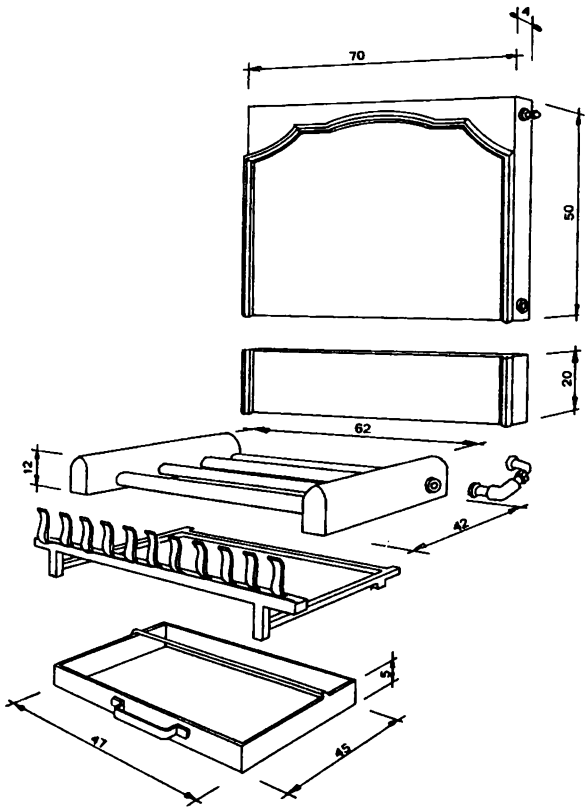
La convection naturelle, résultant de la différence de poids entre l'air chaud et l'air froid est parfois accélérée par un dispositif de ventilation ; on parle alors de convection « forcée ».

Ce type de récupérateur ne permet d'accroître qu'assez faiblement le rendement de la cheminée.

Les récupérateurs air/eau

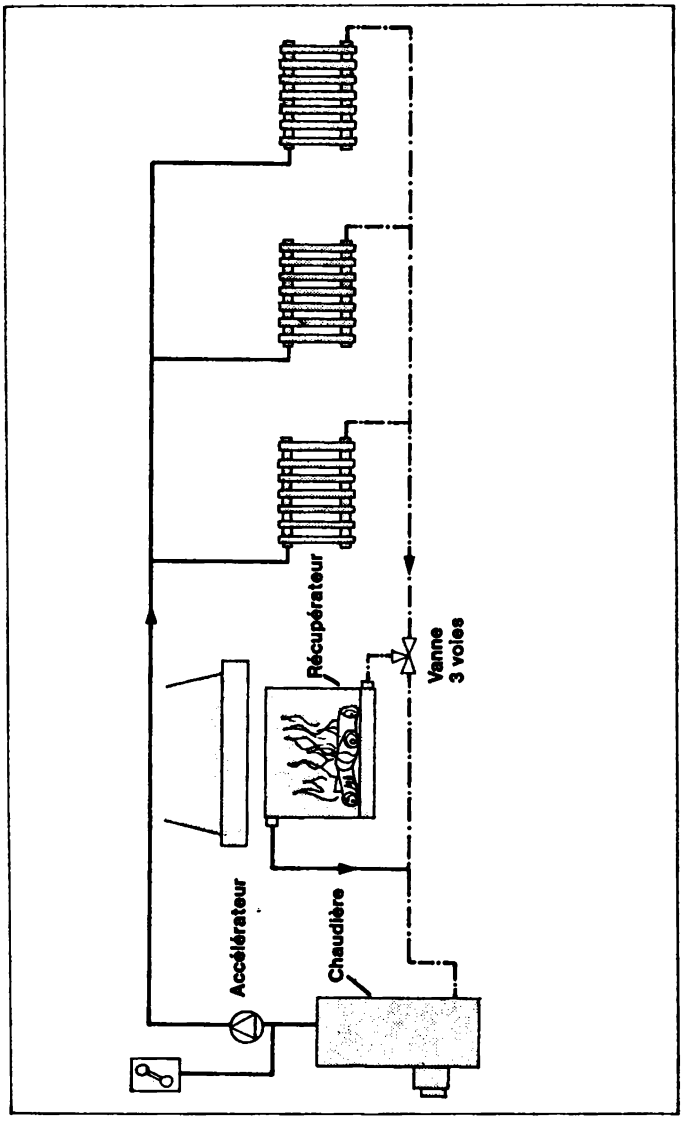
Le principe utilisé consiste à profiter de la combustion des bûches dans l'âtre, pour chauffer de l'eau à travers un réseau de canalisation cheminant sous le foyer et dans le coeur d'âtre (souvent sous forme d'une plaque foyère creuse). L'eau portée ainsi à haute température rejoint le circuit de chauffage central, ce qui permet d'alléger sensiblement la charge de la chaudière.

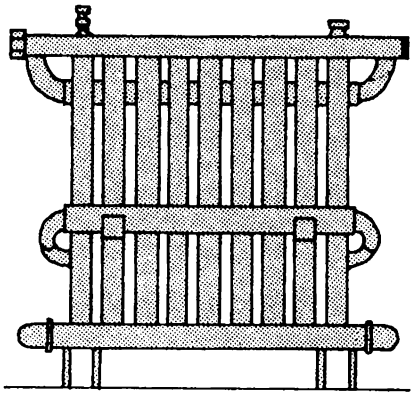
Dans les deux cas, le gain en rendement, par rapport à une cheminée classique, ne dépasse pas 10 à 15 %.



Ci-dessus: dessin éclaté d'un récupérateur de foyer air/eau.

Ci-contre: installation d'un récupérateur air/eau en relève de chaudière de chauffage central.


Récupérateur
Vanne
3 voies
Accélérateur
Chaudière

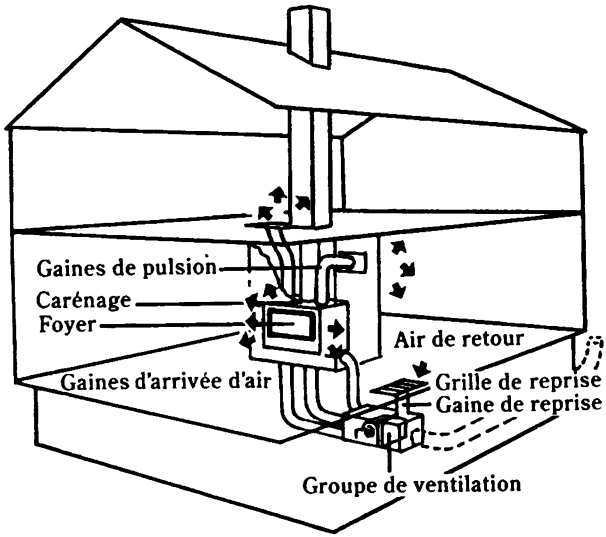


Tubulures de chauffe d'un récupérateur air/eau.

Les inserts

Les améliorations de rendement permises par les récupérateurs restaient — on le voit — très limitées, et l'on peut se demander si elles justifiaient l'acquisition et l'installation de tels matériels (souvent au prix de difficiles transformations dans des foyers existants). Les fabricants se sont donc penchés plus sérieusement sur le problème de l'amélioration du rendement des cheminées (lequelles constituent aujourd'hui un marché très important).

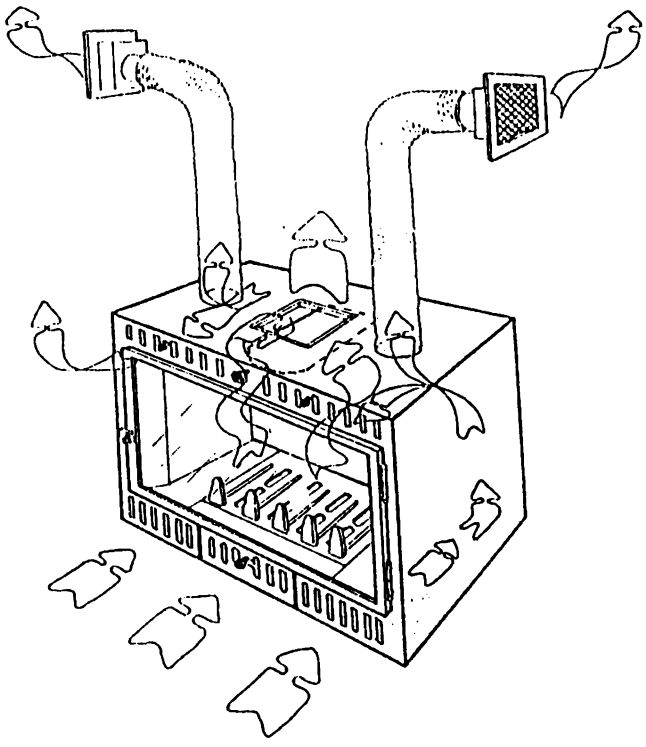
On sait la différence de rendement entre un foyer ouvert et un foyer fermé (poêle); pour augmenter le rendement d'un foyer ouvert, il suffisait d'y placer un poêle, et pour



Installation d'un insert avec ventilation forcée et pulsion d'air chaud.

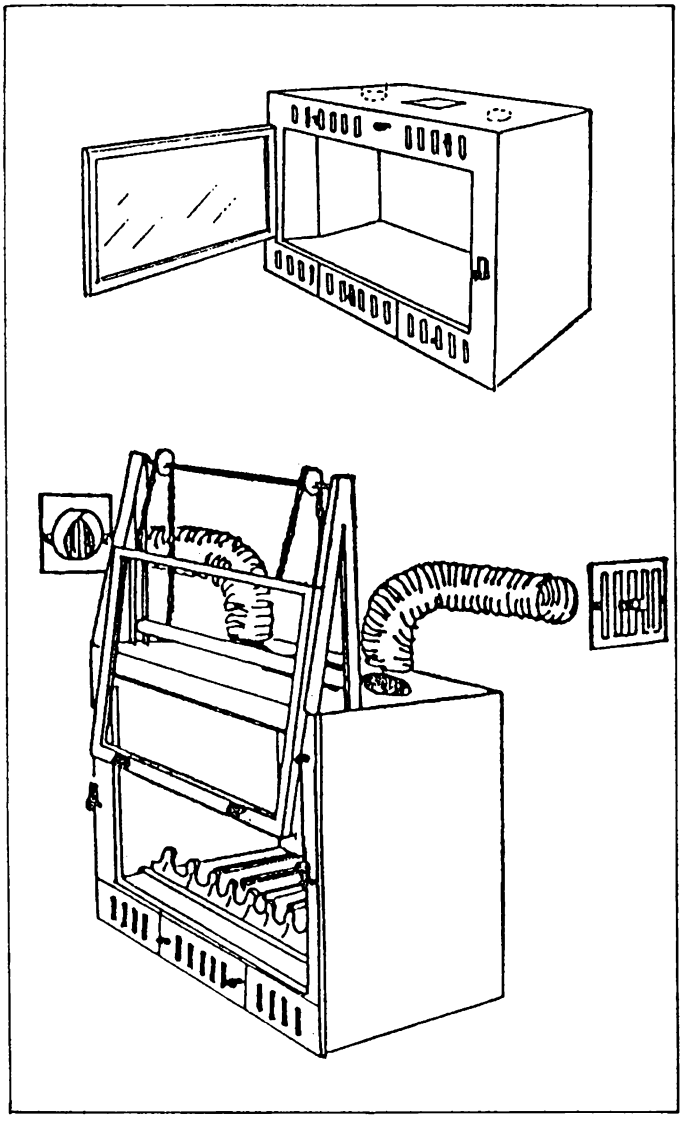
garder le charme de la cheminée, il suffisait de remplacer la porte du poêle par une vitre. Cette définition un peu simpliste n'est pas très éloignée de la réalité.

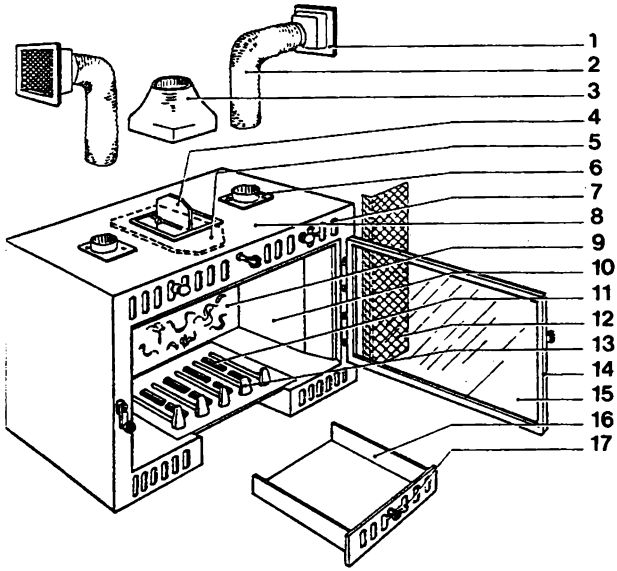
Un insert est composé d'un double boîtier, généralement en tôle ou en fonte, et en tôle, entre les parois duquel l'air peut circuler, ou y est encouragé par un dispositif de ventilation. La façade de l'appareil est fermée par une porte



Ci-dessus : trajet de l'air froid et de l'air chaud dans un insert à ventilation naturelle.

Ci-contre : insert à porte à ouverture latérale (en haut) et insert à porte guillotine (en bas).





Anatomie d'un insert:
1. bouche d'air chaud.
2. conduit d'air chaud.
3. avaloir.
4. volet de tirage.
5. plaque de fixation de l'avaloir.
6. départ d'air chaud.
7. entrée d'air frontale.
8. boîtier.
9. plaque de fond de foyer.
10. côté de l'âtre.
11. grille du cendrier.
12. habillage latéral.
13. pare-bûches.
14. porte vitrée.
15. vitre.
16. cendrier.
17. façade du cendrier.

en verre (parfois par des portes pleines). Les orifices d'aspiration de l'air frais se trouvent à la base de l'appareil, ceux de sortie de l'air chaud à son sommet.

Dans certains cas, on parle non plus d'insert mais de foyer, dont la conception est globalement identique; mais il ne s'agit pas d'appareils destinés à être encastrés dans une cheminée existante, mais bien d'un véritable foyer, autour duquel la cheminée est construite; la hotte constitue alors une véritable chambre de convection, à distributeur d'air chaud.

Dans les deux cas, la combustion des bûches elle-même se fait beaucoup mieux, grâce en particulier à une régulation optimale de l'arrivée d'air frais. Si l'on ajoute à cela les possibilités de récupération, on comprend que le rendement des inserts et des foyers est nettement supérieur à celui d'une cheminée à foyer ouvert, puisqu'il atteint quelque 60 %. Certains modèles sont associés à un récupérateur air/eau, ce qui permet de les utiliser en relève de chaudière.

La pompe à chaleur

Bien que mise au point dès 1927 (il en fonctionnait déjà en Ecosse, patrie de l'économie...), la pompe à chaleur a fait son entrée dans notre environnement dans les années soixante-dix, avec la crise pétrolière. Largement encouragé par les pouvoirs publics, qui y voyaient l'une des armes pour limiter la consommation de fioul et donc de pétrole, son développement toucha non seulement l'habitat neuf, mais aussi l'ancien, où de nombreuses installations de chauffage central existantes en furent équipées.

Son coût d'acquisition, d'installation et de maintenance limite son avenir dans une période où la pénurie ne semble plus à craindre; elle est surtout aujourd'hui concurrencée par des solutions à la fois plus simples et plus efficaces, notamment dans le domaine du chauffage au gaz.

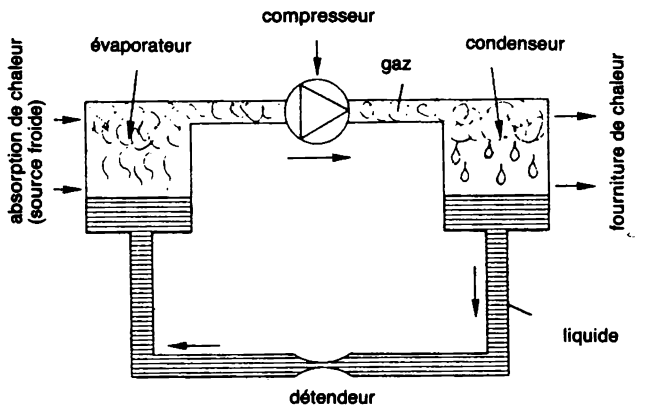
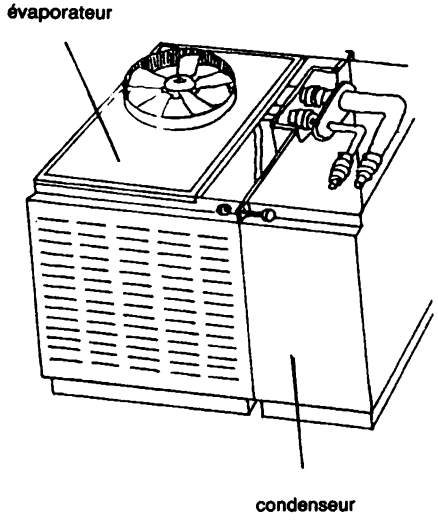


Schéma de principe d'une pompe à chaleur.



Ensemble évaporateur/condenseur.

Principes

C'est au physicien britannique, William Thompson, lord Kelvin, né à Belfast au début du siècle dernier, que l'on doit les recherches qui permirent de mettre au point, plus tard, la pompe à chaleur. Le but alors n'était pas de produire de la chaleur, mais du froid.

Car le principe de la pompe à chaleur est à la base du réfrigérateur. Il s'agit en effet de puiser des calories dans un milieu donné, pour les recracher dans un autre, au

moyen d'un condenseur. C'est ce qui se passe dans votre réfrigérateur ou dans votre congélateur: les calories puisées dans le meuble sont rejetées dans l'atmosphère à l'arrière de l'appareil par la grille qui s'y trouve (le condenseur). Si vous la touchez, vous constaterez d'ailleurs qu'elle est chaude.

Une pompe à chaleur est en quelque sorte un réfrigérateur à l'envers: elles puise des calories dans un milieu donné (l'air extérieur, l'eau d'un puits, par exemple), pour les restituer à un autre (l'air de la maison ou l'eau du circuit de chauffage central); il ne s'agit pas ici de faire baisser la température d'un milieu, mais au contraire de l'augmenter.

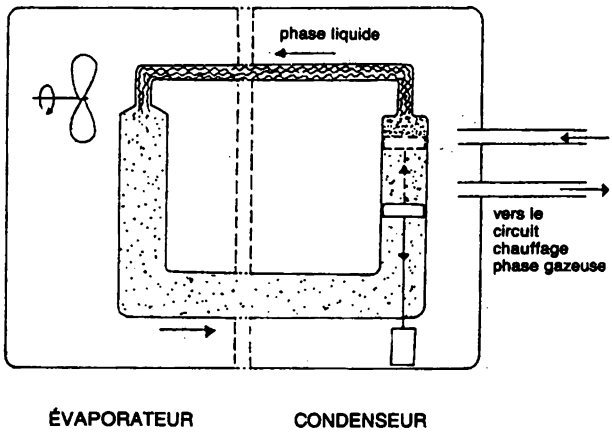
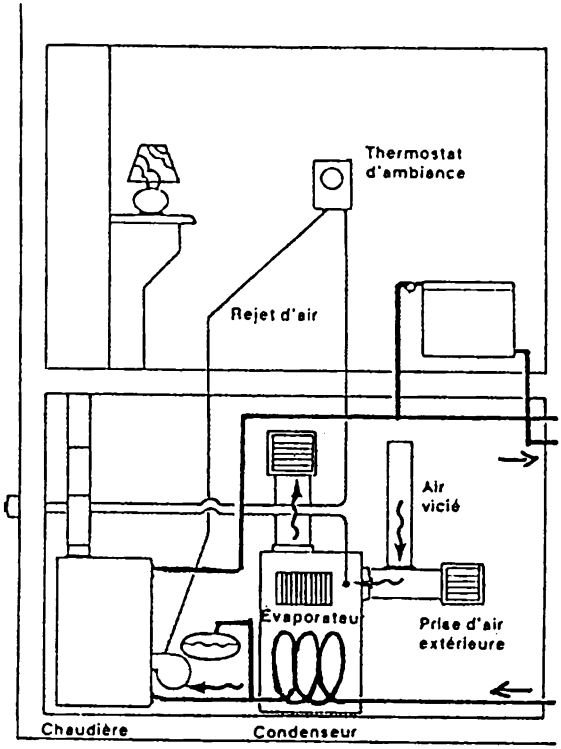


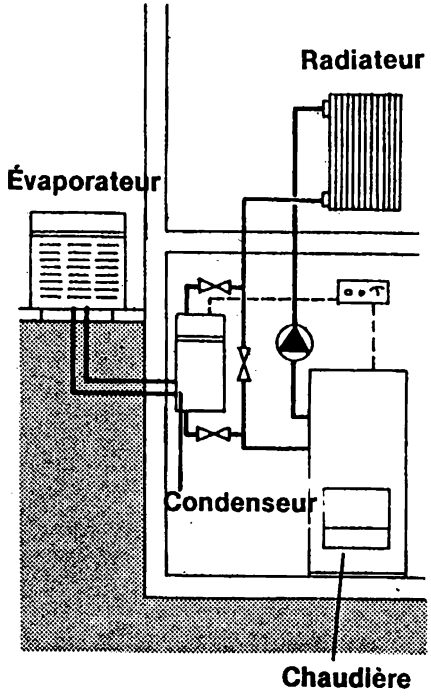
Schéma de principe de la circulation frigorifique.



Pompe à chaleur monobloc en relève de chaudière de chauffage central.

Fonctionnement

La pompe à chaleur est composée d'un certain nombre d'éléments :
— un compresseur (le « moteur » du réfrigérateur) ;
— un condenseur (la grille du réfrigérateur) ;
— un évaporateur (appelé aussi « bouilleur ») ;
— un circuit dans lequel circule un fluide réfrigérant ou « frigorigène » : le fréon.

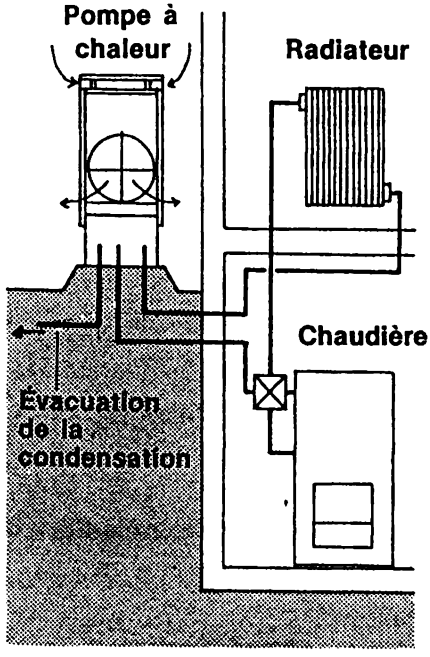


Installation avec évaporateur extérieur.

Lorsqu'il traverse l'évaporateur, le fluide frigorigène se vaporise et s'échauffe en prélevant des calories au milieu ambiant qui se trouve à une température plus élevée que la sienne.

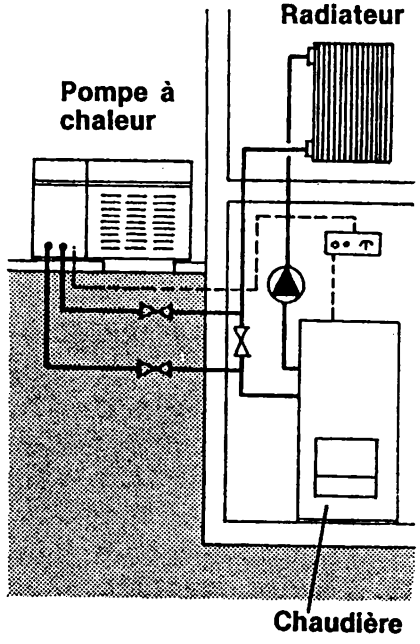
Le fluide frigorigène pénètre dans le compresseur sous forme gazeuse; il y est comprimé et s'échauffe, comme tout gaz soumis à une forte compression.

Le gaz chaud passe ensuite dans le condenseur où il cède ses calories au milieu ambiant; en se condensant, il reprend sa forme liquide et retourne vers l'évaporateur, après être passé dans un détendeur. Le cycle peut recommencer.



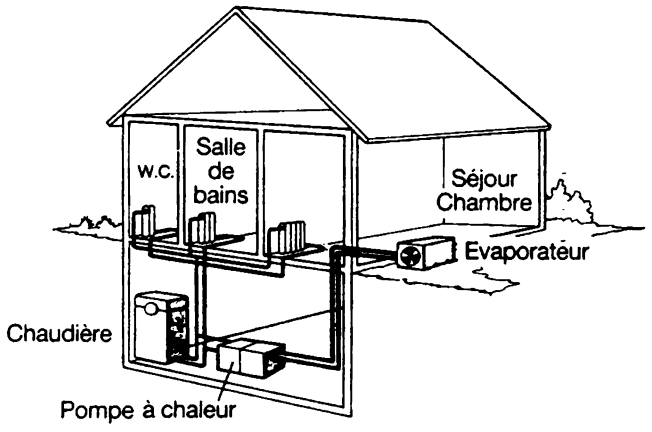
Installation avec pompe monobloc extérieure.

Pour que cette «circulation» se produise, il faut évidemment une énergie, en particulier pour faire fonctionner le compresseur (alimenté en électricité). Mais il est intéressant de noter que lorsqu'une pompe à chaleur consomme 1 calorie, elle en restitue 3 au système de chauffage, les 2 calories supplémentaires ayant été prélevées dans le milieu extérieur. Dans les faits, cela veut dire par exemple que pour économiser du fioul, il faudra dépenser de l'électricité, le bilan global restant, bien sûr, favorable.

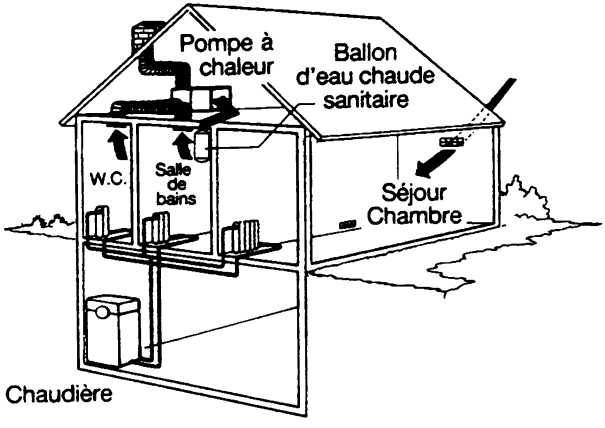


Installation avec pompe à chaleur monobloc extérieure.

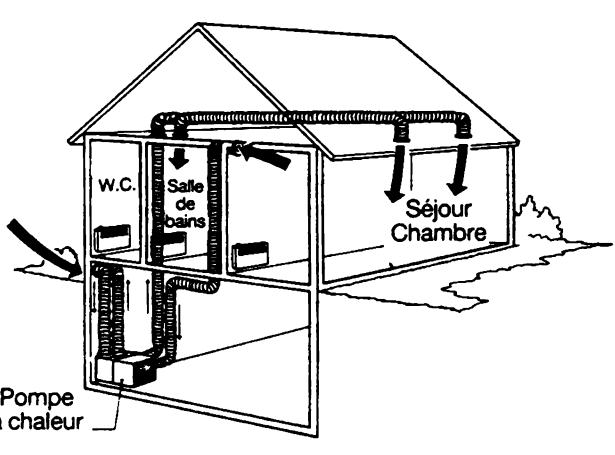
Le réfrigérateur est une pompe à chaleur air/air ; mais le système peut être appliqué à différents milieux. On peut pomper des calories dans l'air extérieur et les restituer à l'eau du chauffage central ; on a alors une pompe air/eau. On peut pomper des calories dans l'eau d'un puits et encore une fois les restituer à l'eau du chauffage central ; on a alors une pompe eau/eau. A la place d'un chauffage central, on peut mettre en place un chauffage à air chaud ; dans le premier cas de figure évoqué ci-dessus, on a une pompe air/air ; dans le second, une pompe air/eau.



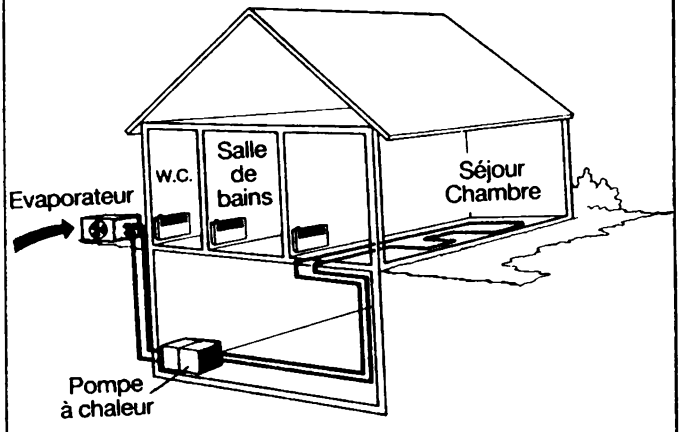
Installation de chauffage avec pompe à chaleur en relève de chaudière.



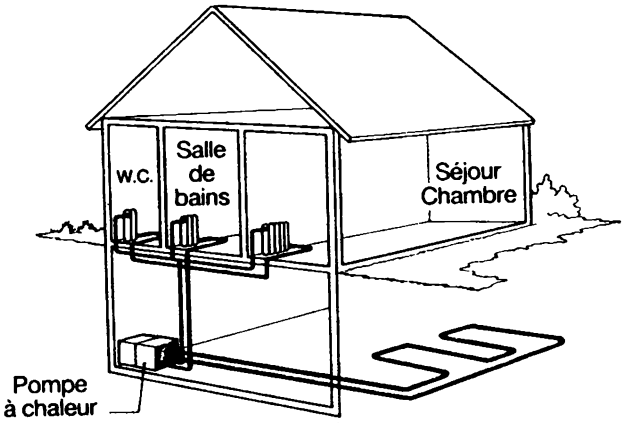
Pompe à chaleur air extérieur/air en complément de chauffage central.



Pompe à chaleur air extérieur/air (air chaud pulsé).



Pompe à chaleur air extérieur/eau (chauffage par le plancher, en association avec des convecteurs électriques).



Pompe à chaleur sol/eau alimentant un chauffage central.

Le pompage des calories de l'air présente l'avantage de la simplicité; le système d'aspiration est cependant assez bruyant et la température de l'air varie dans des limites importantes qui rendent le système inopérant lorsque la température est trop basse (moment où l'on a le plus besoin du chauffage).
Le pompage des calories dans l'eau implique de disposer d'une nappe phréatique, d'une rivière ou d'un lac d'alimentation constante. Le rendement est meilleur, le système est totalement silencieux, mais le coût des forages est sans rapport avec l'économie envisageable. L'idéal, lorsqu'on choisit cette solution, est de disposer d'un excellent puits, constamment pourvu en eau. Autre avantage: les écarts de températures de celle-ci sont faibles.

Evoquons pour mémoire la possibilité de prélever les calories directement dans la terre; une solution peu pratiquée, puisqu'elle demande une surface de captage double de celle de la maison à chauffer. Le rendement est cependant équivalent à celui obtenu avec l'eau, la terre ayant une excellente inertie thermique.

Le choix de la puissance de la pompe à chaleur est fonction de celle de l'installation et, plus concrètement, de la consommation annuelle de fioul:

Consommation en fioul	**Puissance de la PAC**
3500 l	2 kW
6000 l	3 kW
8000 l	< 3 kW

Certaines pompes à chaleur dites «à double flux» peuvent se transformer, l'hiver, en climatiseur.

Dans l'habitat neuf, la pompe à chaleur peut constituer un système de chauffage à part entière, le plus souvent complémentaire d'un autre ailleurs, par chauffage direct d'un réseau de canalisations noyées dans le sol (chauffage basse température), de convecteurs mixtes (eau/électricité) ou directement de radiateurs.

Dans l'habitat ancien, et en général aussi dans l'habitat individuel neuf, la pompe à chaleur est associée à la chaudière de chauffage central, avec laquelle elle fonctionne «en relève». PAC (initiales de Pompe A Chaleur) et chaudière fonctionnent séparément ou simultanément. Jusqu'à une température extérieure de l'ordre de 5° C, la pompe peut fonctionner seule et assurer une température intérieure de l'ordre de 19° C. Entre 5° C et 0° C, la pompe et la chaudière fonctionnent ensemble; en dessous de 0° C, seule la chaudière est utilisée. Ces déclenchements se font évidemment de façon automatique, par thermostat.

Dans un système air/eau (le plus souvent pratiqué), l'installation comprend généralement deux éléments distincts: l'évaporateur, situé à l'extérieur, qui prend la forme d'un gros cube métallique surmonté d'une hélice protégée par une grille; celui-ci est relié par canalisations au condenseur, placé à côté de la chaudière et qui est traversé par une dérivation du circuit de chauffage. Il existe aussi des pompes à chaleur mono-bloc, intégrant dans un même meuble les deux éléments, l'air étant puisé et rejeté par des gaines et des bouches extérieures.

Bilan

Le bilan énergétique de la pompe à chaleur est incontestablement positif, puisque — rappelons-le — elle produit en moyenne 3 calories pour 1 consommée. Reste que le bilan financier n'a pas toujours été à la hauteur des espé-

rances de certains utilisateurs qui n'ont vu que l'aspect théorique du problème. Dès les années soixante-dix, certains ont émis des doutes sur la réelle rentabilité du système pour l'utilisateur. En effet, comme on fait un diagnostic thermique d'une maison, il faut savoir faire le bilan économique de tout système de chauffage. S'il est exact qu'une pompe à chaleur peut permettre d'économiser jusqu'à 70 % des dépenses de chauffage, il faut tenir compte de son coût d'acquisition, d'installation et de maintenance, en regard des sommes économisées par gain de consommation.

En clair, il n'est pas très rentable d'économiser sur le combustible, si l'on dépense plus en installation et en maintenance ! Selon des études économiques menées en pleine crise pétrolière (alors que le prix du fioul était à son plafond), il fallait 8 à 10 ans (frais d'emprunt compris) pour rentabiliser une installation de ce type ; un pari donc délicat, puisque fondé à l'époque sur une augmentation constante des prix du pétrole, qui est aujourd'hui loin de s'être confirmée.

En revanche, ce qui est sûr, c'est que la nation y a gagné une baisse de la consommation pétrolière, ce qui explique peut-être l'empressement des pouvoirs publics à encourager, à une certaine époque, l'installation des pompes à chaleur.

La polycombustion

Là encore, le système est directement lié au risque de pénurie de produits pétroliers, né de la crise des années soixante-dix. Le spectre d'une interruption de l'alimentation en pétrole des pays européens (les gisements de la mer du Nord ne produisaient pas à plein) et de la pénurie fut pour une large part à l'origine de la production de matériel sus-

ceptible d'utiliser conjointement du bois et du fioul ou du gaz. D'où l'apparition de chaudières de chauffage central comprenant un double foyer et des chambres de chauffe séparées.

Comme dans une chaudière normale, on retrouve le plus souvent un ballon d'eau chaude sanitaire. La partie fioul ou gaz est en tout point semblable à celle d'une chaudière

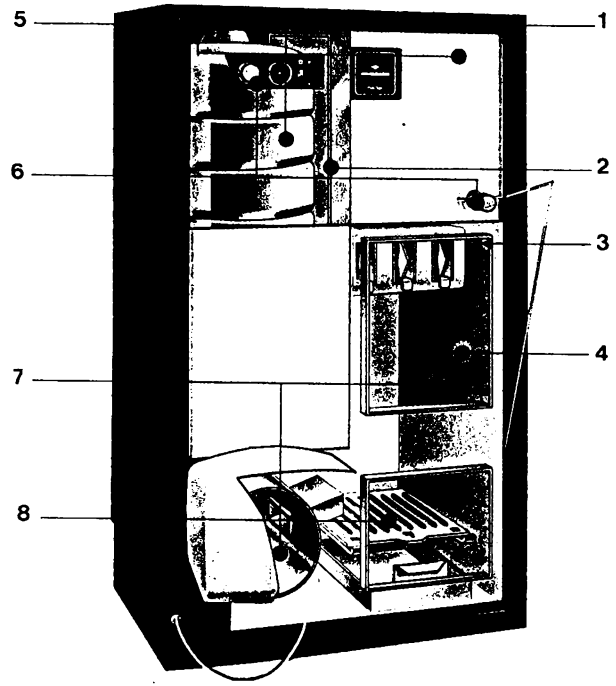


Schéma écorché d'une chaudière polycombustible (bois/fioul):
1. ballon d'eau chaude.
2. isolation thermique en laine de verre.
3. porte du foyer bois.
4. foyer bois.
5. habillage.
6. régulation thermostatique.
7. double foyer.
8. grille.

normale, avec toutes les possibilités de régulation et de contrôle thermique. Comme sur les anciennes chaudières à charbon, la combustion du bois est contrôlée par un système de clapet d'air commandé par une chaînette, reliée à un calorstat.

Ce type de chaudière ne manque pas d'intérêt lorsqu'on dispose de bois à bon marché, coupé en bûches de petites longueurs (une trentaine de cm maximum). La combustion de celles-ci intervient en relève du brûleur et permet de réaliser une économie qui n'est pas insignifiante. Reste évidemment la nécessité de recharger périodiquement le foyer manuellement. On ne saurait cependant fonder un réel plan d'économie de combustible sur ce type de chaudière.

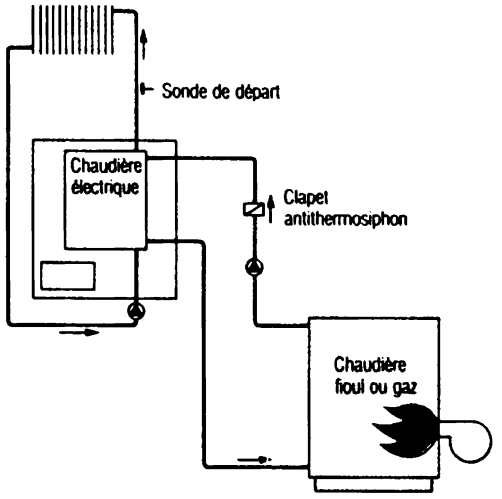
La bi-énergie

On se souvient de la campagne de publicité quelque peu scabreuse montrant une charmante jeune fille clamant « Je suis bi... et vous? » Ce fut le signal du lancement d'un système de chauffage fondé sur la bi-énergie (autrement dit sur deux énergies), aujourd'hui très répandu.

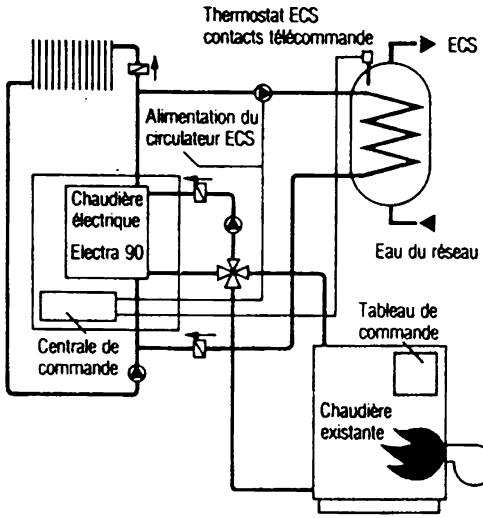
Si la pompe à chaleur constitue une possibilité de bi-énergie, c'est essentiellement sur l'électricité (d'où le soutien massif d'EDF) qu'elle repose aujourd'hui avec l'utilisation d'une chaudière comprenant un brûleur au fioul traditionnel (ou au gaz) et des résistances électriques (thermoplongeurs). On parle donc dans ce cas de chaudière « électro-fioul ».

Les progrès techniques ont permis de mettre au point des chaudières particulièrement compactes, du fait de l'utilisation majoritaire de l'électricité. Statistiquement, la saison de chauffe dure en moyenne, en France, 232 jours;

ce type de matériel est conçu pour travailler pendant 22 jours seulement au fioul, pendant 50 jours au fioul et à l'électricité, et pendant 160 jours uniquement à l'électricité, en bénéficiant d'un tarif EDF particulièrement intéressant, l'EJP, vous permettant d'obtenir pratiquement le kW/h au prix du tarif heures creuses.



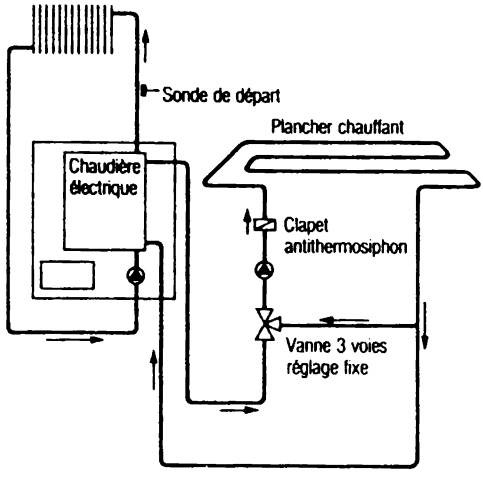
Association d'une chaudière électrique et d'une chaudière au fioul ou au gaz.



Installation d'une chaudière électrique en relève de chaudière au fioul ou au gaz.

Compte tenu de ce tarif avantageux et de la prévision d'une baisse du prix de l'électricité d'environ 1 % par an au moins sur les 10 années à venir, le système est très alléchant. Au titre des avantages, il faut souligner aussi le moindre stockage de fioul et le fait qu'on ne paiera l'électricité qu'après l'avoir consommée, ce qui n'est pas le cas avec le fioul.

Deux solutions sont possibles: acheter une chaudière électro-fioul à l'occasion d'une rénovation de l'installation; acheter une chaudière électrique murale qui fonctionnera conjointement avec votre chaudière à fioul (ou à gaz), si celle-ci est en bon état et ne mérite pas encore d'être remplacée (c'est ce qu'on appelle un fonctionnement «en duo»).

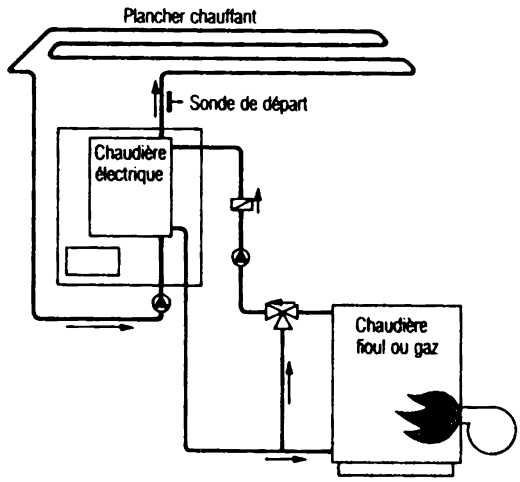


Installation de chauffage central et de chauffage par le plancher avec une chaudière électrique.

Au niveau des matériels, on est progressivement passé de chaudières duo intégrant deux chaudières indépendantes, l'une électrique, l'autre au fioul, à des appareils intégrant les deux fonctions et utilisant un seul corps de chauffe.

Bilan

La solution de la bi-énergie est séduisante. Elle s'avère surtout intéressante lorsqu'on consomme, avant transformation, moins de 3000 l de fioul par an, seuil au-dessus

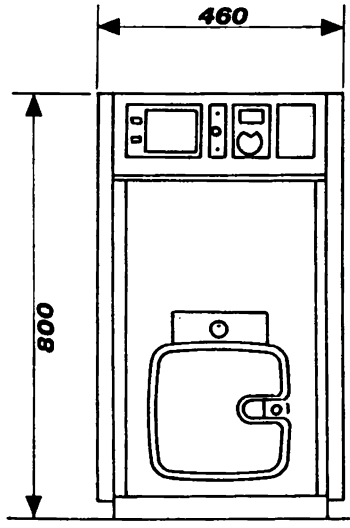


Installation d'une chaudière électrique en relève de chaudière au fioul ou au gaz, et d'un plancher chauffant.

duquel, selon les spécialistes, il est plus intéressant d'opter pour la pompe à chaleur.

Au titre des nombreux avantages, il faut évoquer le silence et la propreté de fonctionnement de l'électrique, dont on a vu qu'il était largement majoritaire dans l'affaire. L'électricité offre une grande souplesse d'utilisation et le fioul met à disposition sa puissance lors des périodes de grand froid.

La consommation d'électricité reste très raisonnable, compte tenu de la faible puissance de la partie électrique (1,5 kW pour 1000 l de fioul consommé). Ce n'est qu'en dessous d'une température extérieure de 4° C que la partie fioul prend le relais ou lors des heures de tarif de pointe de l'électricité. Rappelons enfin que le rendement d'un tel



Côtes en mm

Encombrement d'une chaudière électro-fioul.

système est optimal, l'électrique bénéficiant d'un rendement de 100 %, et le fioul d'un rendement supérieur à 90 %.

L'amortissement d'un équipement «bi» est évalué actuellement à 4 ou 6 ans, ce qui le rend plus compétitif qu'une pompe à chaleur. Il faut, là aussi, s'interroger sur le bénéfice à long terme de l'opération, dont l'intérêt reste fondé sur des considérations tarifaires actuelles de deux énergies : le fioul et l'électricité. Les prévisions intéressantes concernant cette dernière devraient garantir la validité du projet. Reste que le système est aujourd'hui fondé sur une disposition tarifaire dont nul ne peut garantir la pérennité à long terme ; il faut se méfier des traites sur l'avenir, qui ménagent souvent bien des surprises....

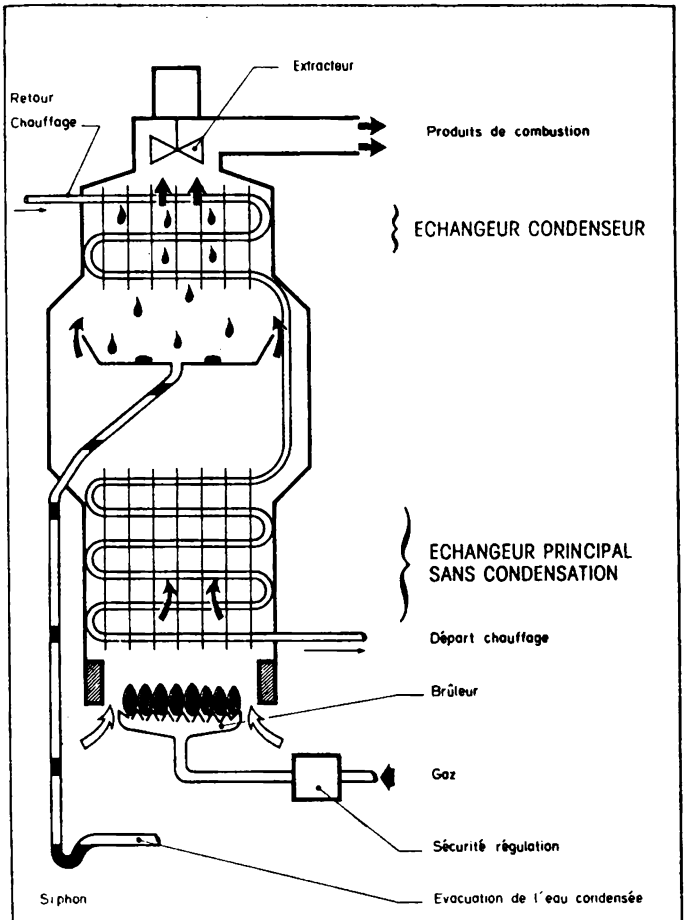
La condensation

La crise de l'énergie (toujours elle!) a conduit les fabricants, comme dans les autres domaines du chauffage, à rechercher l'amélioration du rendement des appareils à gaz, pourtant déjà très performants.

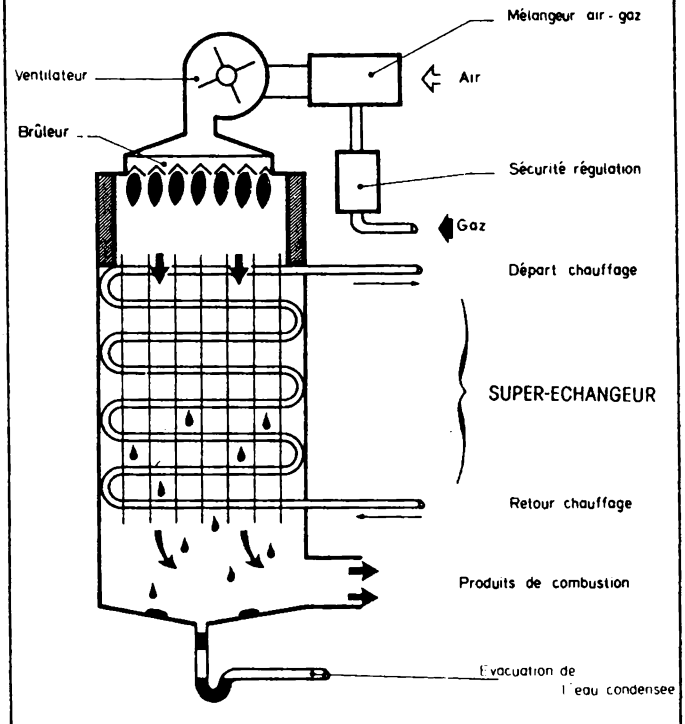
Principes

La recherche s'est portée ici sur une amélioration de la production énergétique résultant de la combustion du gaz. On a constaté que, comme dans une cheminée, une partie des calories étaient perdues dans les produits de la combustion, une partie de ceux-ci étant représentée par de la vapeur d'eau. Or, on sait que tout fluide à l'état gazeux contient ce qu'il est convenu d'appeler de la « chaleur latente », qu'il est possible de récupérer lors de la retransformation du gaz en liquide. C'est ce principe simple qui est appliqué dans la chaudière à condensation.

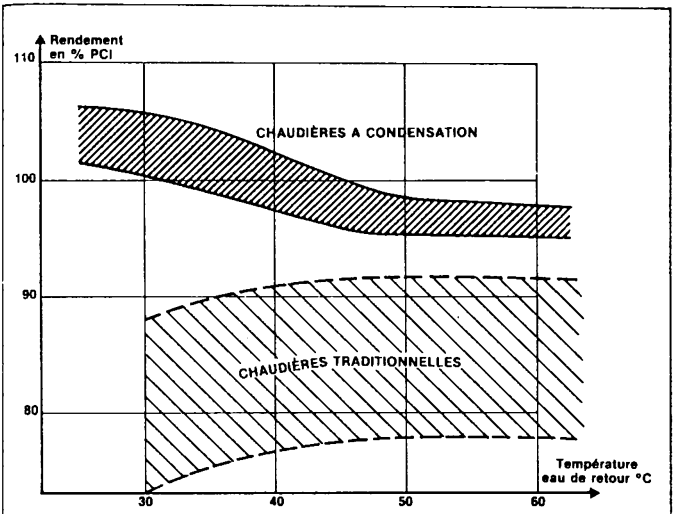
On a pu calculer que le rendement d'une chaudière à gaz classique était de l'ordre de 88 %, ce qui est déjà excellent. Pour récupérer une grande partie de la chaleur qui s'en va... en fumée, il suffisait d'obtenir la condensation de la vapeur d'eau contenue dans celle-ci. C'est ce qui a été fait en faisant circuler les produits de combustion dans un échangeur-condenseur (on retrouve une notion déjà évoquée à propos de la pompe à chaleur) alimenté en eau par le retour du circuit de chauffage. Il suffit en effet d'abaisser la température de la vapeur d'eau à 53° C pour atteindre le « point de rosée » à partir duquel se produit la condensation sur l'échangeur et le transfert de la chaleur latente à l'eau que contient ce dernier; une eau qui, rappelons-le, n'est autre que celle du circuit de chauffage.



Chaudière à condensation à deux échangeurs en série.



Chaudière à condensation à super-échangeur.



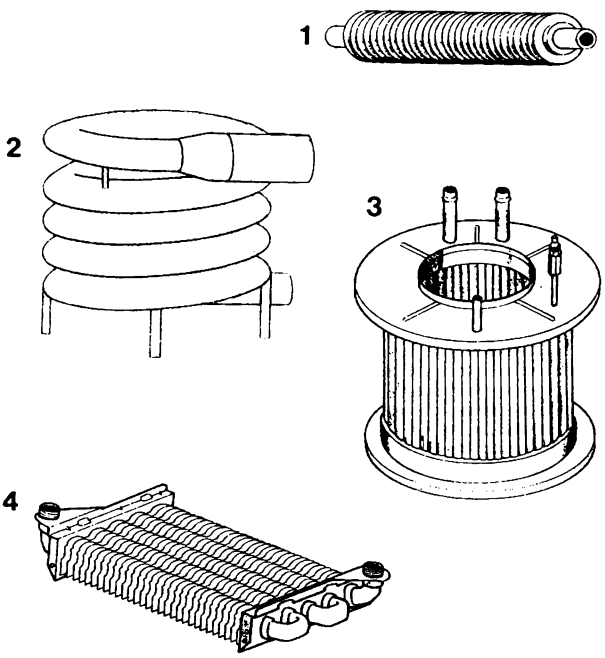
Rendements comparatifs des chaudières traditionnelles et des chaudières à condensation.

Le brûleur fonctionnera donc moins longtemps pour porter à nouveau cette eau à la température nécessaire au fonctionnement de l'installation de chauffage. C'était simple, mais il fallait y penser...

De cette façon, on récupère au moins les 2/3 de la chaleur qui sans cela serait perdue, et l'on obtient un gain de rendement de 30 % et plus, qui porte le rendement global à 100 % et parfois plus.

Fonctionnement

Par principe, les chaudières à gaz fonctionnent selon le principe de l'échange thermique; un système bien connu



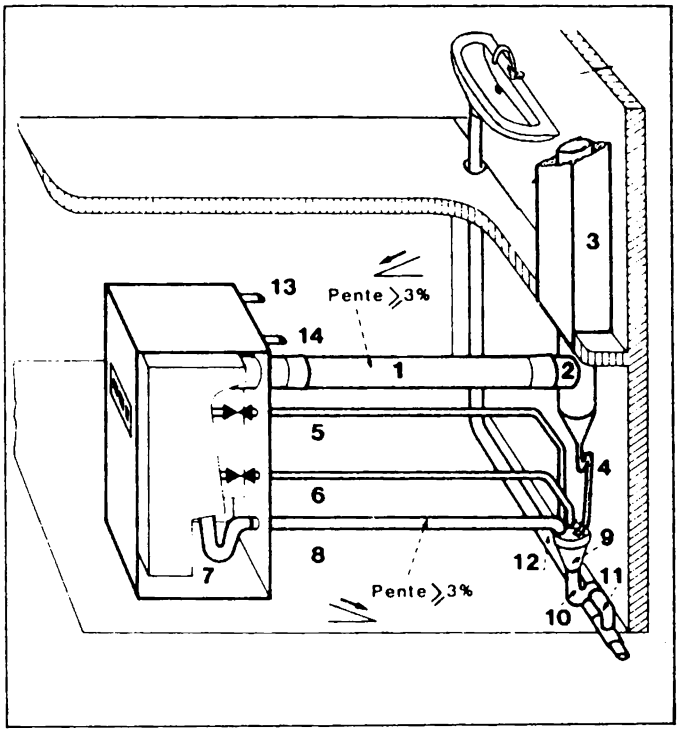
Les éléments de chauffe d'une chaudière à condensation.

1. Tube ailetté.
2. Serpentin.
3. Echangeur à barillet.
4. Batterie ailettée.

Ci-contre : évacuation de l'eau condensée : 1. conduite de raccordement à la cheminée. 2. T de purge. 3. cheminée tubée. 4. siphon. 5. évacuation des rejets de la soupape de sécurité. 6. vidange chaudière. 7. siphon. 8. tuyau d'évacuation. 9. mise à l'air libre. 10. siphon d'isolement. 11. tuyau de raccordement. 12. tuyau du réseau d'eaux usées. 13 et 14. départ et arrivée du circuit chauffage.

que l'on peut observer dans n'importe quel chauffe-eau domestique : la flamme du brûleur émet une forte chaleur, qui chauffe l'eau par l'intermédiaire d'un serpentin, une canalisation souvent spiralisée dans laquelle passe l'eau que l'on veut réchauffer. A ce niveau, la chaleur est bien trop forte pour que la vapeur d'eau connaisse son point de rosée. On place donc en général un second échangeur, cette fois de type condenseur, en amont, sur le circuit d'eau ; c'est lui qui est chargé de récupérer les calories de la vapeur d'eau.

Ce modèle de base, utilisé dans bien des chaudières, a connu des évolutions avec la création, par exemple, des



« super-échangeurs » à fonctionnement inversé, dans lesquels on ne trouve plus qu'un seul serpentin. Certains fabricants ont mis également au point un dispositif d'extraction forcée des produits de combustion, dont une partie est dirigée vers un échangeur-condenseur indépendant, ce qui permet d'obtenir un rendement de l'ordre de... 105 %

La régulation d'un tel dispositif de chauffage doit être le résultat de l'utilisation conjointe d'un thermostat d'ambiance et de robinets thermostatiques sur les radiateurs.

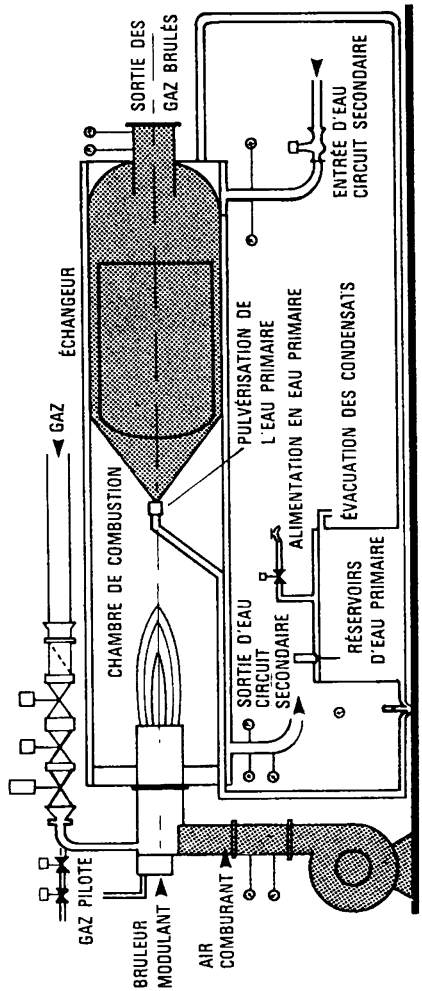
Cette régulation peut être optimale grâce à une unité électronique capable de calculer et de contrôler les différentes séquences de fonctionnement de la chaudière, ce qui suppose évidemment un brûleur de type multi-séquentiel.

Le bon fonctionnement d'une chaudière à condensation suppose une grande précision de l'alimentation en air du brûleur ; toute variation intempestive à ce niveau peut conduire à annuler l'effet de condensation (si par exemple les gaz brûlés défilent devant l'échangeur-condenseur à plus de 53° C). D'où une ventilation forcée obtenue par un petit ventilateur-turbine, dont le fonctionnement est lié à celui du brûleur ; il s'arrête et repart automatiquement. Pour la même raison, il ne faut évidemment pas placer de coupe-tirage sur le conduit d'évacuation.

La chaudière à condensation est équipée d'un dispositif de récupération de l'eau ainsi obtenue, qui se raccorde sur l'évacuation des eaux usées de l'appartement ou de la maison.

Bilan

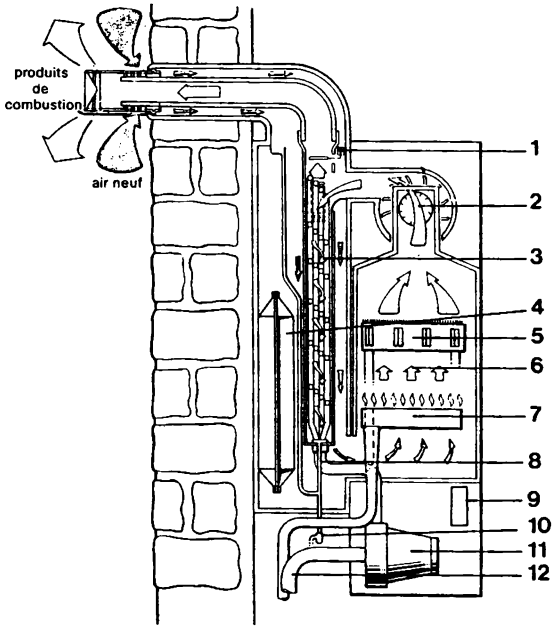
Comment ne pas être admiratif devant un système de chauffage dont le rendement est supérieur ou égal à 100 % ? On le serait à moins. Le plus intéressant dans la



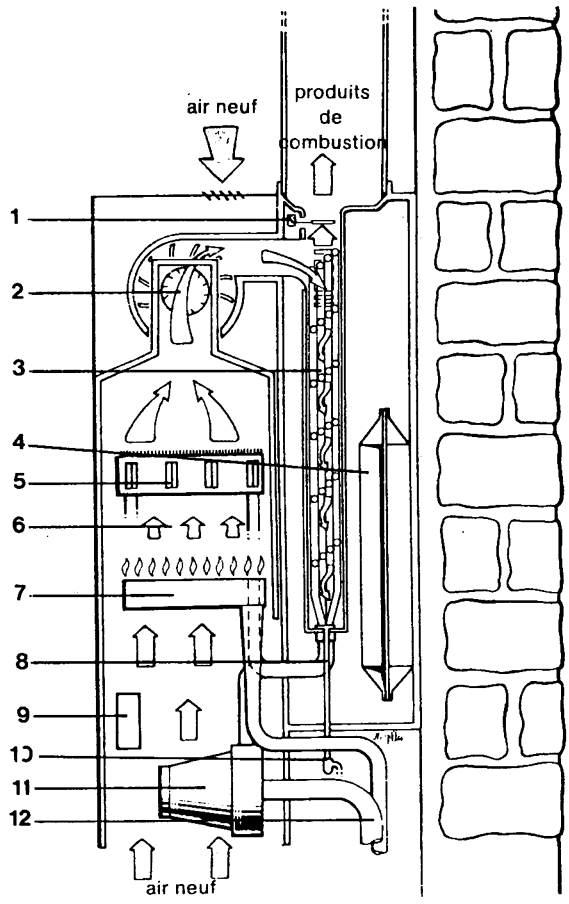
Générateur d'eau chaude à condensation.

condensation est qu'elle ne fait appel à aucun autre matériel que celui normalement utilisé dans une chaudière normale; la technologie est donc finalement simple et parfaitement maîtrisée, sans autre contrainte qu'un entretien régulier. On évalue à 30 % l'économie de chauffage ainsi réalisée.

On notera la cohérence du système, fondée exclusivement sur l'amélioration du rendement d'une source d'énergie: le gaz, ce qui limite le nombre des paramètres de fluctuation.



Chaudière à condensation à ventouse.

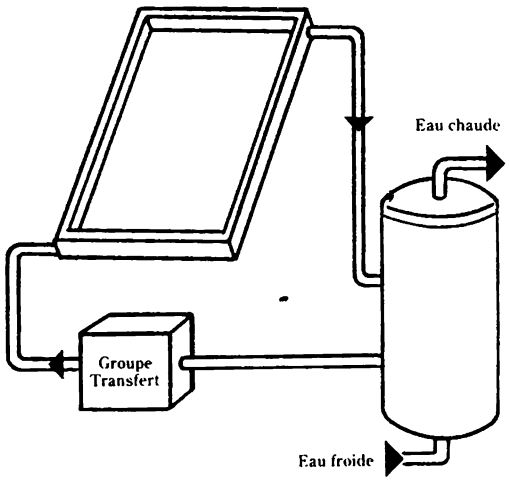


Chaudière à condensation raccordée sur un conduit de fumée.

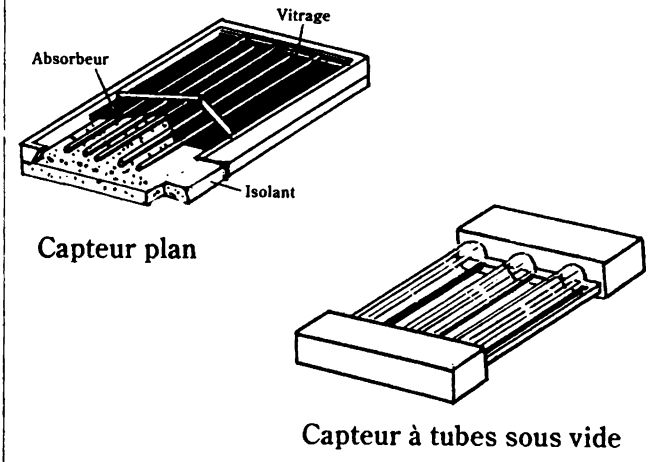
1. sécurité de débit d'extraction.
2. extracteur.
3. échangeur/condenseur.
4. vase d'expansion.
5. corps de chauffe.
6. chambre de combustion.
7. brûleur.
8. évacuation de la condensation.
9. tableau électrique.
10. siphon.
11. circulateur.
12. retour chauffage.

Le solaire

La crise pétrolière a conduit à une réflexion sur la perspective de l'utilisation, fatalement limitée, des combustibles fossiles que sont le charbon, le pétrole et le gaz. Jusqu'où l'homme pourrait-il exploiter ces ressources énergétiques dont les réserves ne sauraient être inépuisables, du seul fait qu'elles sont fossiles ? L'énergie nucléaire, alors encore très contestée, ne semblait pas devoir apporter une réponse satisfaisante à ce problème (ce qui n'est plus tout à fait le cas aujourd'hui). On s'est donc normalement tourné vers ce qu'on appela des « énergies douces » gratuites et non polluantes.



Principe de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire.

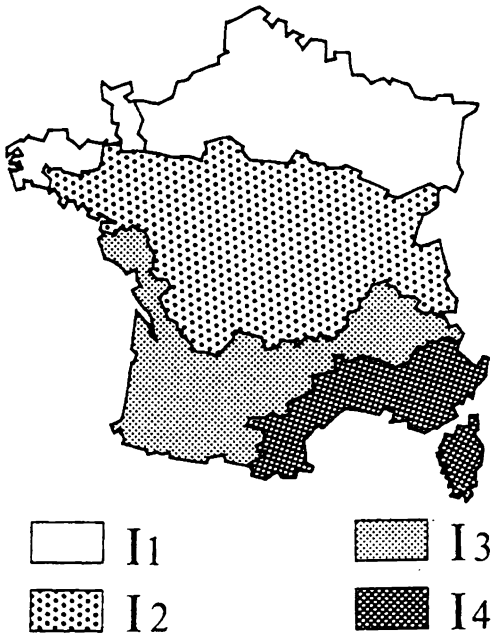


Anatomie de deux types de capteurs: plan (en haut), à tubes sous vide (en bas).

Les ressources énergétiques infinies existent: ce sont essentiellement le vent (énergie éolienne), la lumière du soleil (énergie solaire) et la chaleur de la terre (énergie géothermique).

L'énergie éolienne, si elle peut servir à actionner valablement une petite pompe à eau, n'est pas en mesure de fournir autre chose que de l'électricité en petite quantité; on ne put donc fonder des espoirs sérieux sur ce système en matière de chauffage.

L'énergie géothermique, en revanche, est susceptible de fournir à bon compte la chaleur nécessaire à des installa-



Zone d'ensoleillement:
I1. moins de 1750 h/an.
I2. de 1750 à 2000 h/an.
I3. de 2000 à 2500 h/an.
I4. plus de 2500 h/an.

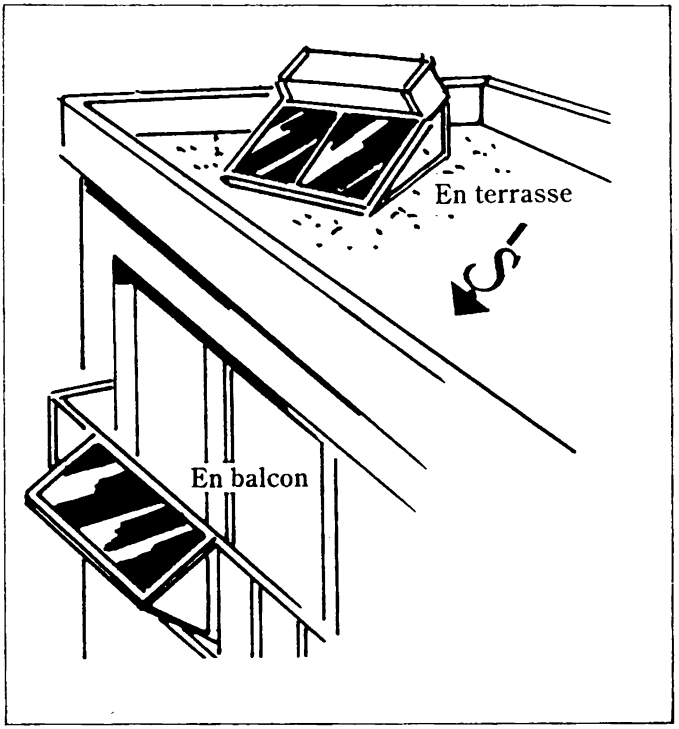
tions de chauffage; mais son exploitation suppose des forages profonds pour atteindre les couches suffisamment chaudes de l'écorce terrestre; des forages d'un coût sans commune mesure avec la consommation d'une installation domestique. L'énergie géothermique est donc apparue comme réservée à la collectivité; ce sera pour après-demain.

Restait le solaire, dont on sait qu'il est facile de capter l'énergie, au moyen de panneaux ou capteurs, dont la technologie est finalement très simple.

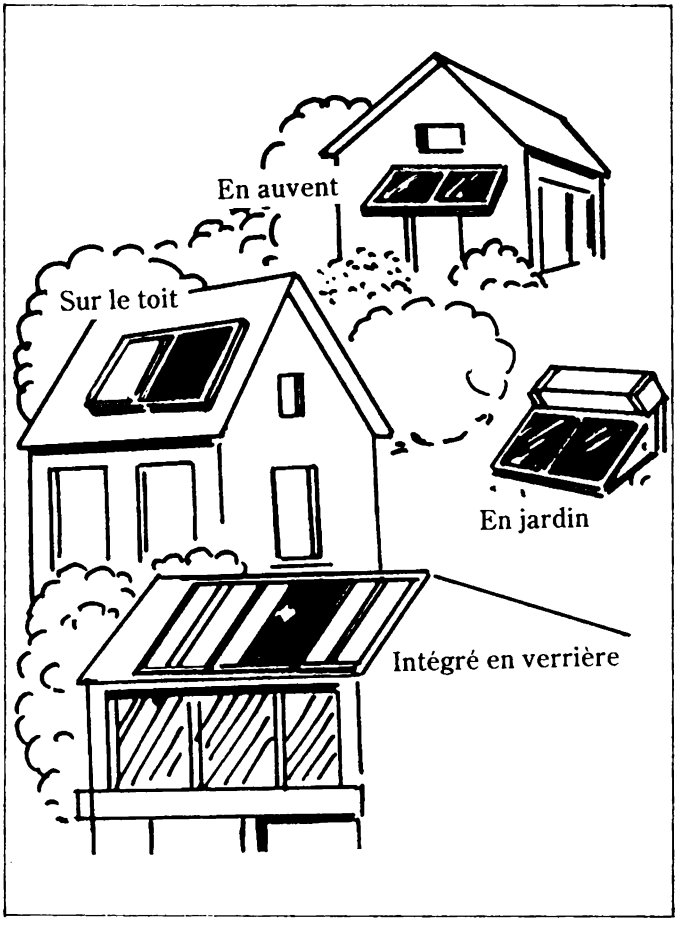
Fonctionnement

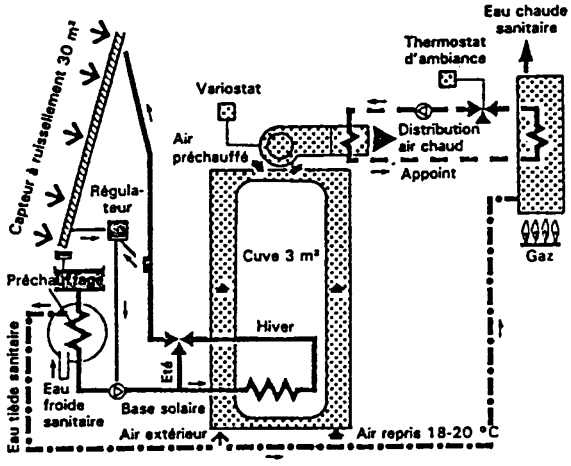
Un capteur n'est rien d'autre qu'un caisson à fond anodisé noir, sur lequel est disposé un réseau de fines canalisations réparties en nappe. Le tout est généralement protégé par une vitre qui participe à l'élévation de température par effet de serre. L'eau circulant dans ces canalisations est ainsi portée à haute température.

Fonctionnant par absorption du rayonnement solaire, le capteur solaire est en mesure de produire de l'eau chaude quelles que soient les conditions de température extérieure;



sa rentabilité est donc liée à la durée d'ensoleillement et non au facteur strictement climatique. L'eau chaude ainsi obtenue est ensuite dirigée soit directement vers des radiateurs, soit indirectement vers un échangeur (ou « chargeur »), destiné lui-même à en récupérer les calories.





Installation complexe intégrant le solaire pour la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage.

Bilan

Séduisant, le système ne trouve sa pleine efficacité que dans les zones où l'ensoleillement dépasse 2500 heures d'ensoleillement par an, des zones correspondant à peu près à la région méditerranéenne, une région où le chauffage ne constitue pas véritablement la préoccupation majeure.

Ailleurs, le solaire fut donc généralement associé à d'autres systèmes de chauffage et conçu principalement en relève de chaudière, ou comme source de production d'eau chaude sanitaire, ce qui constitue peut-être actuellement sa principale utilisation.

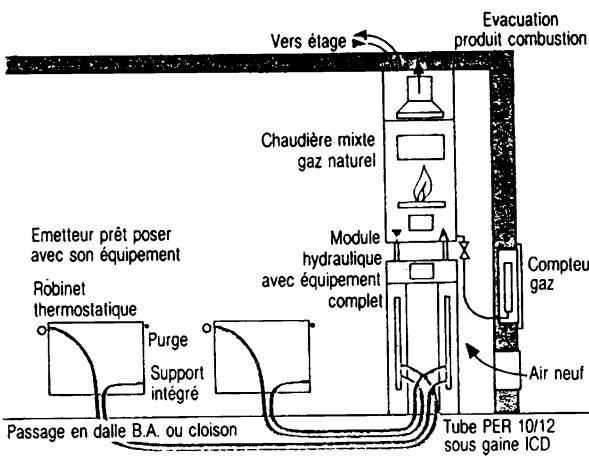
Les perfectionnements du chauffage central

Pendant longtemps, les seuls perfectionnements n'ont porté que sur l'exploitation des énergies, sur le rendement des chaudières et sur la qualité des radiateurs. Ce n'est que récemment qu'on s'est penché plus globalement sur les améliorations à apporter au système, dans son principe même de fonctionnement.

Le chauffage central hydraulique pieuvre

Le chauffage central a été longtemps considéré comme un équipement de luxe, en raison du confort qu'il procure, mais aussi du coût d'une installation. Faire équiper sa maison d'un chauffage central fut souvent regardé comme un véritable signe extérieur de richesse. Depuis le début des années quatre-vingts, le chauffage électrique a sans cesse gagné du terrain en raison de son faible coût d'installation et d'acquisition, pour représenter bientôt 70 % du marché du neuf, le chauffage au gaz modulable 25 %, les autres types de chauffage 5 % ; ce qui ne laissait plus que 30 % au chauffage central, dans une période où la construction individuelle connaissait un succès non démenti.

Il fallait donc que les constructeurs de chauffage central réagissent s'ils ne voulaient pas voir leur profession



Installation de chauffage central de type «pieuvre».

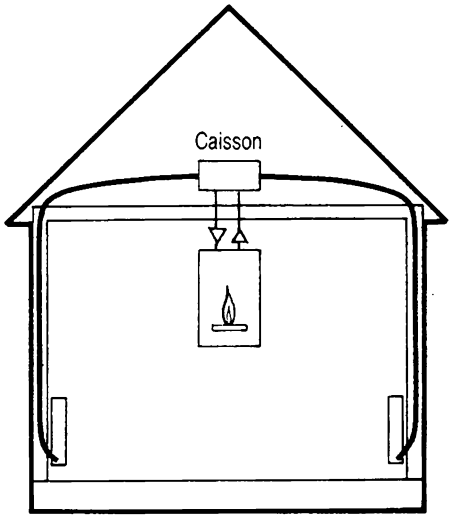
disparaître. La reprise de compétitivité passait par un abaissement du coût d'installation dans le maintien de la qualité des prestations.

La solution a été trouvée avec le système pieuvre, qui révolutionne actuellement le mode d'installation du chauffage central en habitat neuf, le système pouvant être adapté à l'habitat ancien soumis à une réhabilitation profonde.

Principe

Il consiste à distribuer le liquide «caloporteur» (c'est-à-dire l'eau chaude) par un réseau de tubes en polyéthylène réticulé (sous gaine), noyés dans la maçonnerie. Chaque radiateur est alimenté directement par un répartiteur central, ou module distributeur, placé après la chaudière.

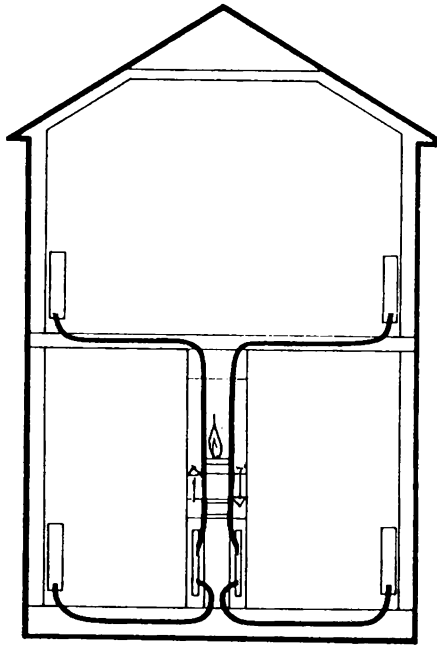
Une telle installation ne demande donc aucune soudure et fait appel à un matériau beaucoup moins onéreux que le cuivre et bénéficiant d'une technologie beaucoup plus avancée: la durée de vie est prévue pour plus de 50 ans, le polyéthylène réticulé (PER) étant insensible à la corrosion, non conducteur d'électricité, ne s'entartrant pas et ne transmettant aucun bruit. La préfabrication sur le chantier ou chez le fabricant rend le montage extrêmement simple.



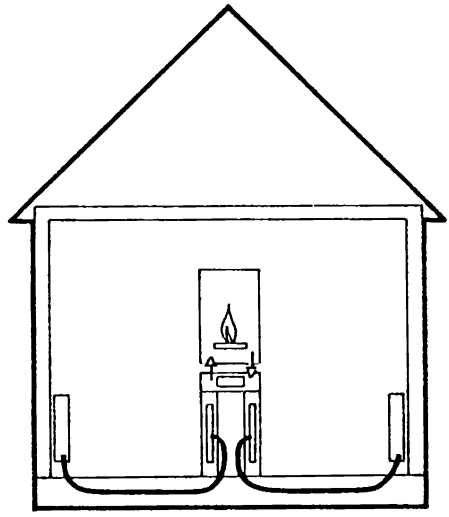
Installation pieuvre en parapluie.

Fonctionnement

Les radiateurs conventionnels sont remplacés par des «émetteurs» (Acoplus) qui utilisent largement l'effet de convection. Ils sont formés d'une trame en tube d'acier de 12 mm de diamètre, disposée en façade de l'appareil, dans laquelle l'eau peut circuler. Le dégagement de cette



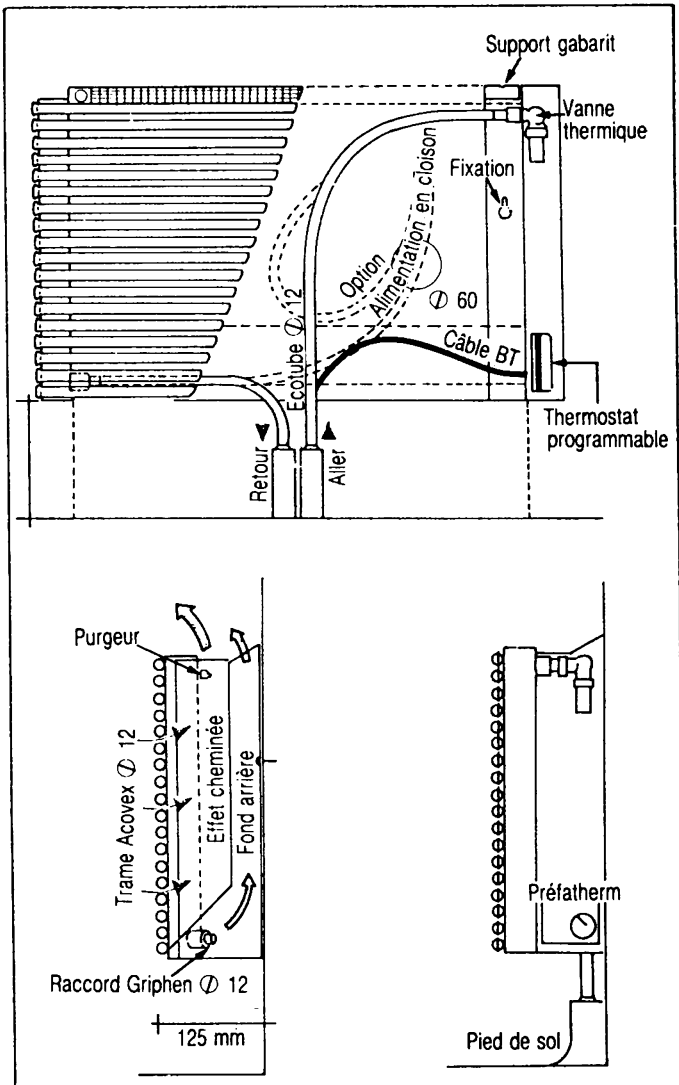
Installation pieuvre à distribution en plancher avec gaine hauteur d'étage.



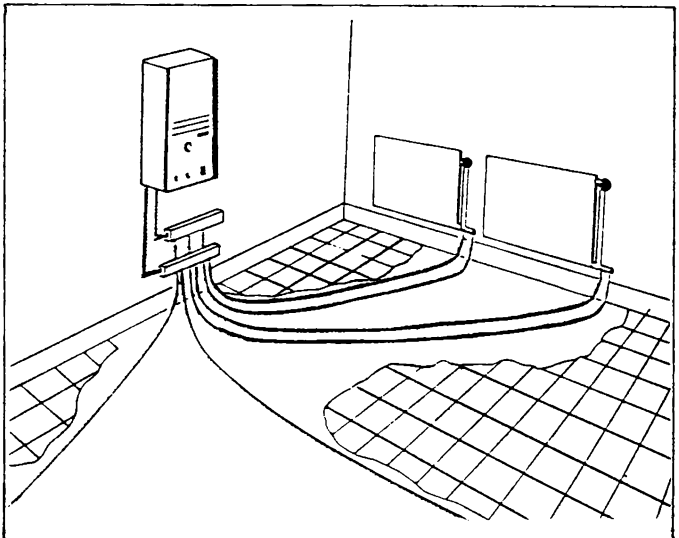
Installation pieuvre à distribution en plancher bas.

trame par rapport au mur permet de créer un effet de cheminée favorisant la circulation de l'air. L'émetteur comprend un purgeur et une vanne de régulation; mais il est aussi doté d'un petit moteur commandant la vanne thermostatique et d'un thermostat électro-mécanique, programmable en trois positions, commandables par l'horloge du module (à laquelle le thermostat est relié par un conducteur 12 V).

Placé à proximité de la chaudière, le module assure à la fois la liaison entre la chaudière et les émetteurs (radiateurs) et la programmation de ces derniers par horloge ou par thermostat (certaines installations se contentent d'un simple boîtier de répartition).



Schémas d'un émetteur (Acoplus).



Distribution pieuvre avec chaudière murale (système Multiway).

Tous les tubes partent du module et vont directement aux émetteurs, sans piquage ni raccords autres que ceux du module et de l'émetteur.

Le parcours des tubes formant la pieuvre peut se faire en parapluie (par les combles et les murs), en plancher (les tubes sont noyés dans la dalle) ou en plancher avec gaine centrale pour alimenter un étage.

Les planchers chauffants basse température

Les premières expériences de chauffage par le sol se sont soldées par des échecs... cuisants ! Une distance excessive entre les canalisations réparties dans le sol obligeait à augmenter leur diamètre et à accroître la température du liquide caloporteur. Résultat, pour une température-moyenne de surface convenable, on l'augmentait ponctuellement très au-dessus de 30° C, avec l'inconfort que l'on connaît et des problèmes vasculaires importants. C'est incontestablement ce qui explique le peu de succès de ce type de chauffage qui n'équipe actuellement que 5 % de logements en France, contre 45 % en Allemagne fédérale. Les nouvelles techniques, liées à l'utilisation d'un liquide caloporteur à basse température, sont sans doute en mesure de modifier la situation.

Principe

Il consiste depuis toujours à faire cheminer dans le sol un réseau de canalisations, parcourues par l'eau chaude, laquelle cède ses calories au plancher (en béton) qui joue alors le rôle d'accumulateur thermique. Les matériaux de synthèse, une meilleure distribution du liquide caloporteur par resserrement des mailles de la trame et un abaissement de la température (26/28° C en surface) redonnent aujourd'hui toute sa compétitivité au système. Mieux, même, on peut considérer que, dans bien des cas, il procure un confort supérieur aux autres systèmes de chauffage. Au chapitre des avantages, il faut évoquer aussi l'économie, la fiabilité et la longévité d'un tel système de chauffage.

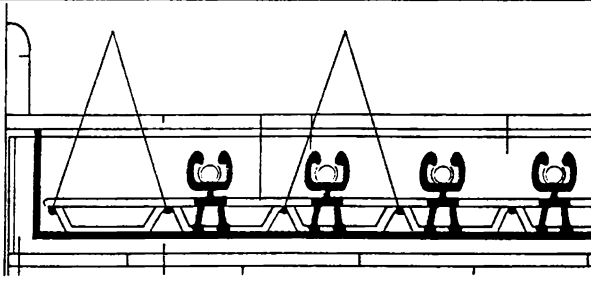
Fonctionnement

Une installation de chauffage par le plancher comprend bien sûr une chaudière (basse température), un collecteur distributeur, des organes de réglage et d'arrêt, des tubes, un système de fixation de ces derniers et un isolant.

Les tubes sont en polypropylène, en polybutène ou en polyéthylène réticulé (ce dernier matériau, utilisé également dans le système pieuvre, couvrant actuellement 80 % du marché). Ces tubes sont noyés dans le béton des dalles (flottantes ou pleines). Ils y sont fixés par des clips solidaires d'un treillis ou sur un isolant spécial permettant la fixation des pièces de maintien du tube. La dalle coulée ensuite doit avoir une épaisseur d'au moins 50 mm. Un isolant sera obligatoirement placé verticalement en périphérie de dalle, pour isoler la dalle du reste du bâtiment.

L'utilisation d'une chaudière basse température est indispensable, puisque l'eau de départ ne doit jamais faire plus de 50° C.

Signalons qu'il est possible de mixer système pieuvre et plancher chauffant; il suffit pour cela de faire cheminer les tubes en nappe au lieu de les relier directement aux émetteurs.



Vue en coupe des dispositifs de fixation des tubes d'un plancher chauffant.

Réduire les dépenses de chauffage

L'évolution des différents systèmes de chauffage qui viennent d'être décrits avait essentiellement pour double but d'améliorer le confort et (surtout) leur rendement afin de réduire la consommation de combustible. Presque toujours encouragée par les pouvoirs publics, cette évolution eut surtout pour origine la volonté de faire baisser la facture énergétique du pays. Ce n'est finalement qu'accessoirement (et encore pas toujours) qu'elle permit une économie pour l'utilisateur.

L'isolation thermique

L'isolation thermique d'une maison ou d'un appartement permet tout à la fois de vivre plus confortablement et de réduire les dépenses de chauffage en abaissant le rendement et donc la consommation du chauffage.

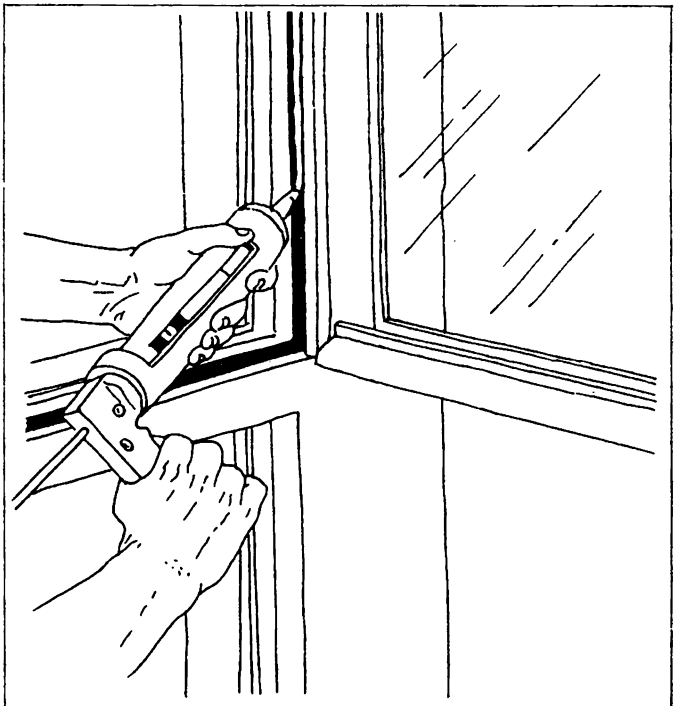
Il faut distinguer ici les travaux d'isolation de l'habitat proprement dit, et celles destinées à éviter les pertes calorifiques du système de chauffage.

L'isolation de l'habitat

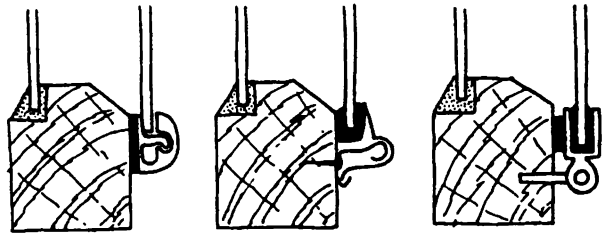
Elle comprend différents niveaux qui sont les suivants:
— portes et fenêtres;
— parois par l'intérieur;
— sous-toiture, sol;
— murs par l'extérieur.

Portes et fenêtres

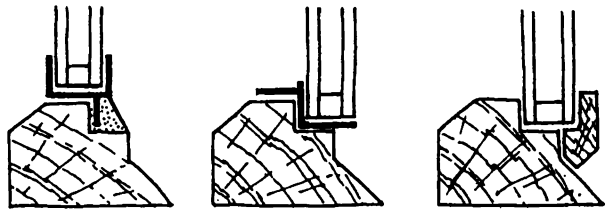
A défaut de remplacer les fenêtres ordinaires par d'autres à double vitrage monté en usine, on peut installer un survitrage mobile ou, au minimum, procéder à un calfeutrage aussi efficace que possible des portes et fenêtres. N'oubliez pas que celui-ci peut empêcher le tirage d'un poêle ou d'une cheminée à foyer ouvert ou à inserts, pour lesquels il faudra prévoir une alimentation autonome en air frais.



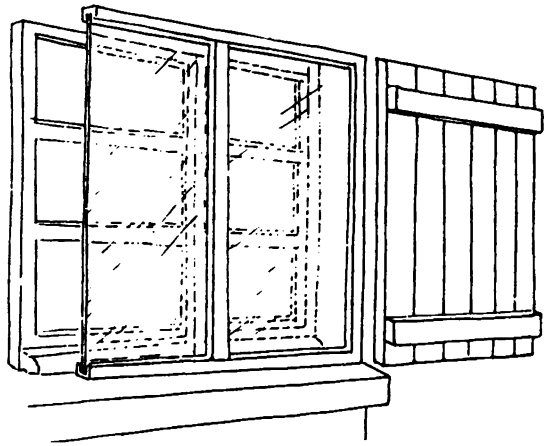
Isolation par mastic silicone.



Isolation par bourrelets.



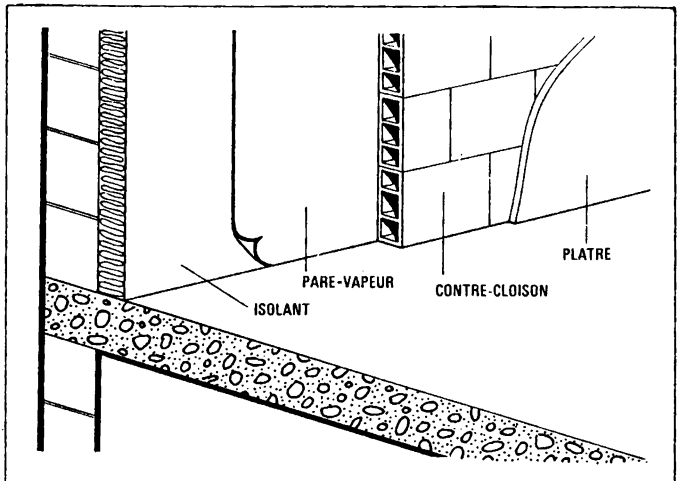
Isolation par joints rigides.



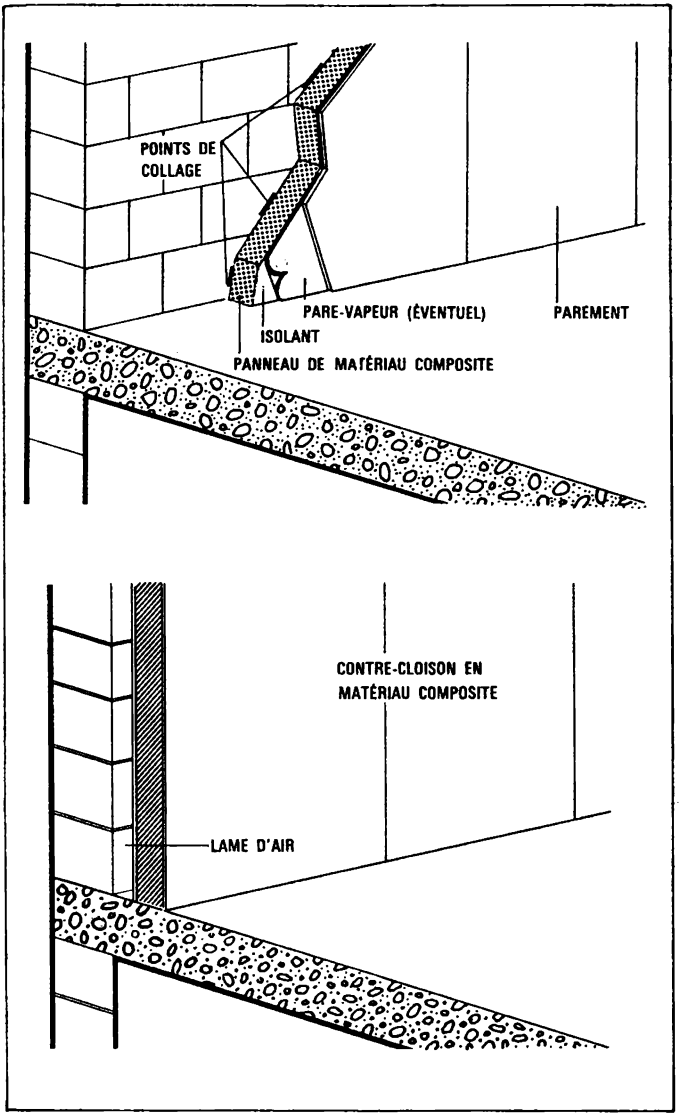
Isolation par double fenêtre.

Parois par l'intérieur

Les murs peuvent bénéficier d'une isolation intérieure par panneaux composites (plaque de plâtre doublée d'isolant), par laine de verre (rouleaux ou panneaux) posée sur un chevronnage vertical, recouverte d'un doublage (panneaux bois, frisette ou plaque de plâtre). Une solution plus légère consiste à appliquer un isolant mince (polystyrène, mousse de polyuréthane) qui se pose comme un papier peint et sur lequel on peut tapisser.



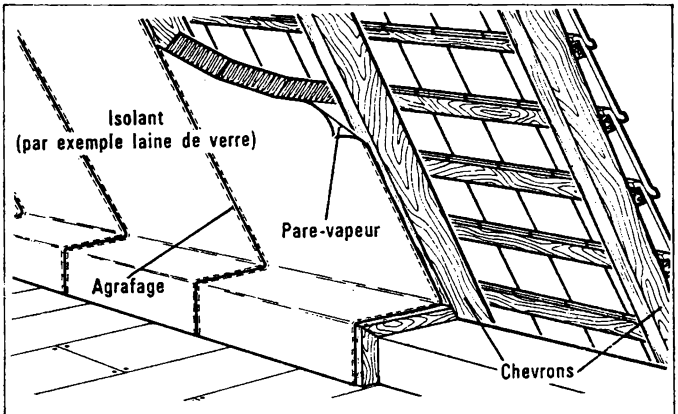
Trois possibilités d'isolation des murs par l'intérieur : par double cloison (ci-dessus) ; par panneaux composites (ci-contre).


POINTS DE
COLLAGE
PARE-VAPEUR (ÉVENTUEL)
PAREMENT
ISOLANT
PANNEAU DE MATÉRIAU COMPOSITE
CONTRE-CLOISON EN
MATÉRIAU COMPOSITE
LAME D'AIR

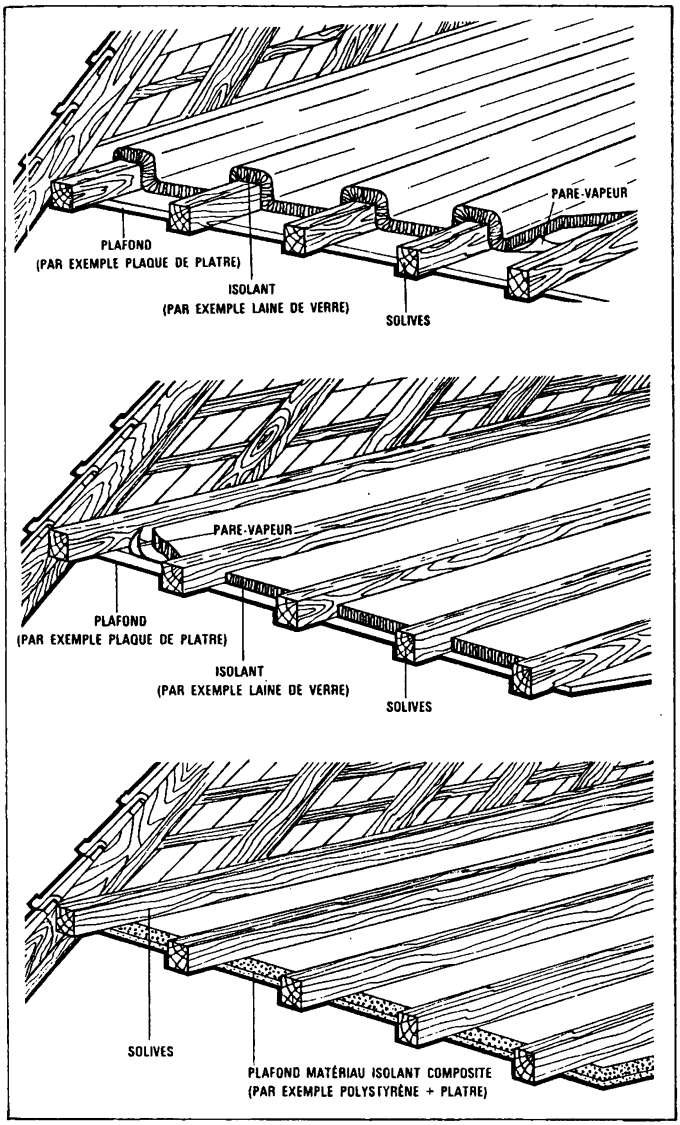
Sous-toiture, sol

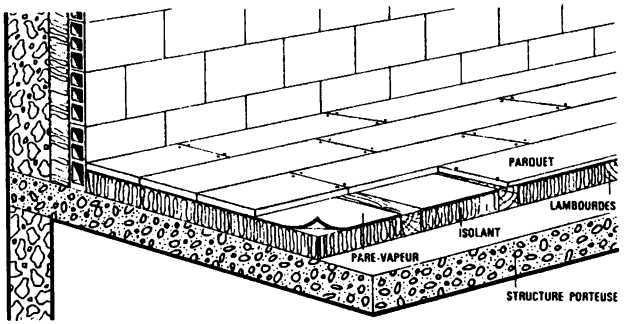
Les pans de sous-toiture seront isolés à l'aide de laine de verre en rouleau agrafée sur les chevrons, de panneaux composites. Si le grenier n'est pas utilisé, on peut dérouler à même le sol de la laine de verre brute, ou épandre un isolant comme la Vermiculite (mica expansé), des billes de polystyrène ou de liège à même le plancher, entre solives si elles sont apparentes.

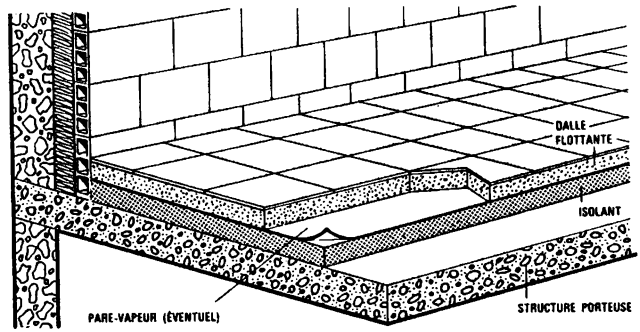
Le sol d'un rez-de-chaussée se trouvant au-dessus d'une cave peut être isolé par le plafond de celle-ci à l'aide de panneaux de laine de verre semi-rigides coincés entre solives, ou de panneaux composites fixés par suspente sur fourrure.



Ci-dessus: isolation en sous-toiture avec de la laine de verre en rouleau.
Ci-contre: possibilités d'isolation du plancher des combles.


PARE-VAPEUR
PLAFOND
(PAR EXEMPLE PLAQUE DE PLATRE)
ISOLANT
(PAR EXEMPLE LAINE DE VERRE)
SOLIVES
PARE-VAPEUR
PLAFOND
(PAR EXEMPLE PLAQUE DE PLATRE)
ISOLANT
(PAR EXEMPLE LAINE DE VERRE)
SOLIVES
SOLIVES
PLAFOND MATÉRIAU ISOLANT COMPOSITE
(PAR EXEMPLE POLYSTYRÈNE + PLATRE)

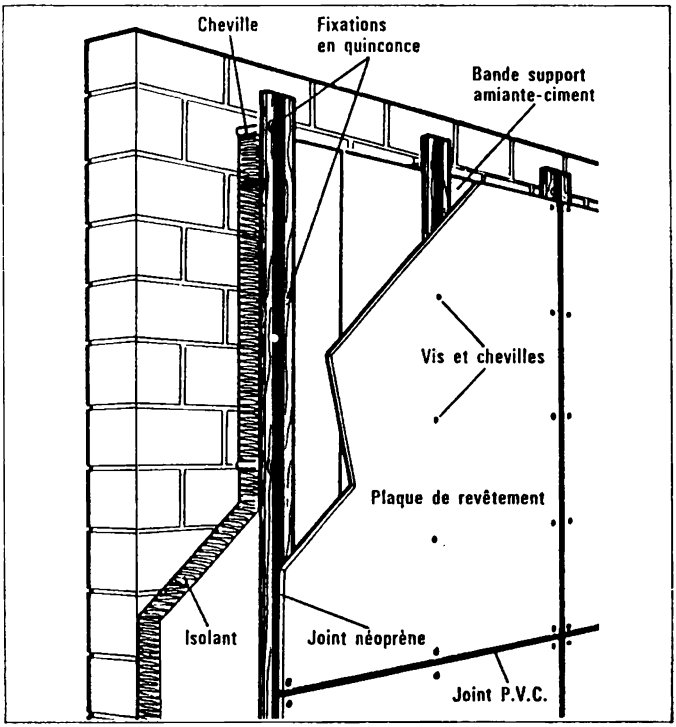




Ci-dessus: isolation des sols porteurs en étage.
Ci-contre: isolation d'un mur par l'extérieur.

Les murs par l'extérieur

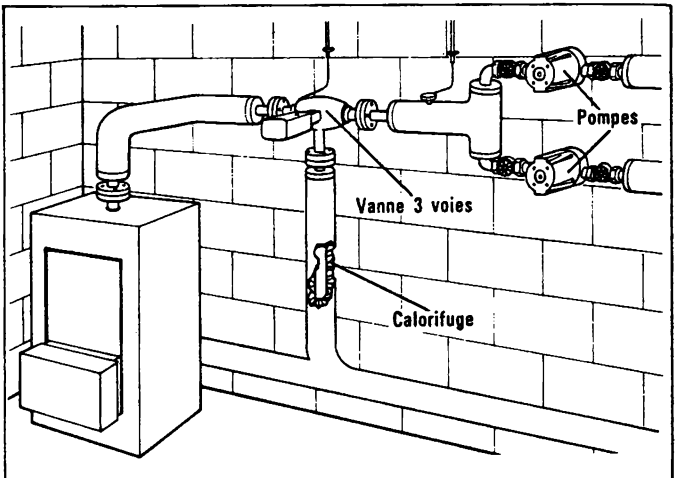
C'est la façon la plus rationnelle d'isoler une maison, celle qui évite au froid d'entrer dès l'extérieur de la maison. Il existe de nombreux systèmes dont la plupart sont de type professionnel. Un système simple, à la portée de l'amateur, consiste à chevronner la façade pour effectuer une pose verticale de laine de verre (en rouleau ou en panneaux semi-rigides) avec bardage plastique ultérieur. Tous les types de façade ne se prêtent pas à ce genre d'isolation.



Le calfeutrage des canalisations

Dans un chauffage central, une part importante des calories est perdue au niveau des canalisations qui transportent le liquide caloporteur vers les radiateurs, lorsqu'elles traversent des pièces non chauffées (caves en particulier). Il faut donc les isoler par divers moyens : longues mèches à base de laine de verre dont on entoure les canalisations, manchons en mousse isolante, coques en laine de verre à feuille métallique externe, etc.

Dans tous les cas, il faut veiller à la continuité de l'isolation entre différents éléments, pour éviter les ponts thermiques.



Calorifugeage des canalisations de chauffage par manchons isolants.

Le contrôle thermostatique

Quel que soit le type de chauffage, il est important qu'on puisse limiter ou interrompre ses effets lorsqu'une température est atteinte. C'est le rôle du thermostat, que l'on trouve sur tous les appareils électriques, et du robinet thermostatique qui équipe un nombre croissant de radiateurs de chauffage central.

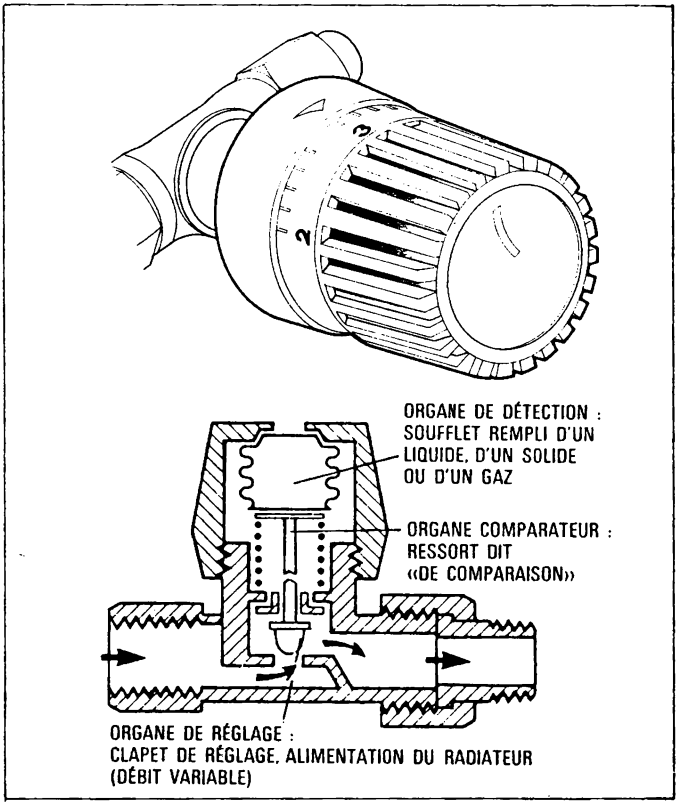
Le thermostat des convecteurs électriques

Il est important de savoir se servir du bouton thermostatique, trop souvent confondu avec un réglage de puissance. Ce bouton sert à indiquer à l'appareil la température extérieure à partir de laquelle il doit suspendre son fonctionnement. Lorsque la température de la pièce est basse, il est normal de régler le thermostat «à fond» si l'on veut la faire rapidement monter; mais lorsque la température voulue est atteinte, il faut tourner le bouton jusqu'à obtenir l'arrêt du fonctionnement de l'appareil électrique (signalé généralement par voyant). Dès lors, le thermostat remettra en route le convecteur dès que la température de la pièce repassera en dessous de la température que vous aurez vous-même choisie.

En laissant le thermostat «à fond», vous ne ferez qu'annuler son fonctionnement; il ne fera pas forcément plus chaud dans la pièce; mais vous dépenserez beaucoup plus d'électricité car l'appareil fonctionnera en continu.

Le robinet thermostatique

Dans un radiateur de chauffage central, le robinet thermostatique agit sur le débit d'alimentation en eau chaude du radiateur. De la sorte, la charge de la chaudière se trouve allégée car la quantité d'eau cédant ses calories par le radiateur est moindre.

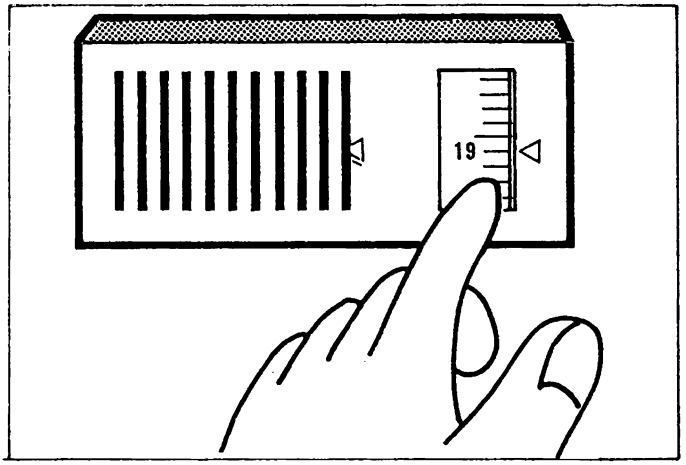


On place évidemment des robinets thermostatiques de préférence dans des pièces bénéficiant d'un appoint de chaleur « gratuite », par exemple un fort ensoleillement derrière des baies pendant certaines heures de la journée. En suspendant l'alimentation, et en la rétablissant automatiquement lorsque nécessaire, le robinet thermostatique maintiendra la pièce à la température seuil désirée.

A titre indicatif, on règle généralement sur 19° C les pièces régulièrement occupées, et sur 16-17° C celles d'occupation occasionnelle.

Le thermostat d'ambiance

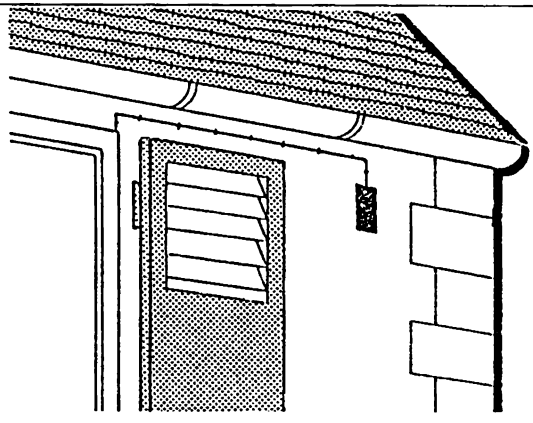
Quel que soit le type d'installation de chauffage, il est possible d'installer un thermostat d'ambiance, pièce par pièce.



Eloigné des appareils de chauffage eux-mêmes, il n'est donc pas influencé par ceux-ci, comme peut l'être un thermostat de convecteur ou un robinet thermostatique. De plus, il intègre toutes les données liées à des chaleurs gratuites, comme l'ensoleillement déjà évoqué, mais aussi la cuisson des aliments lorsque la pièce communique avec une cuisine, ou tout simplement l'éclairage ou la présence de plusieurs personnes dans la pièce.

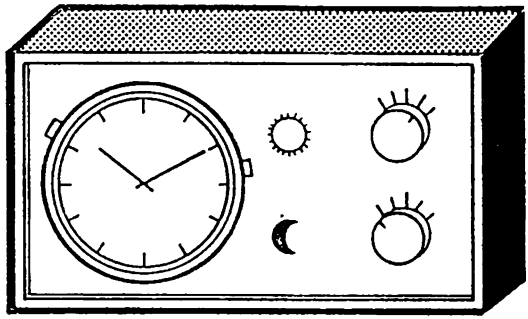
La sonde extérieure

Certaines installations peuvent être dotées d'une sonde thermique extérieure, sensible donc aux variations de température du dehors; elle permettra une anticipation sur les indications fournies par le thermostat d'ambiance en cas de variations brutales de température.



Position d'une sonde extérieure.

Ainsi, par exemple, elle augmentera automatiquement le rendement de la chaudière en cas de coup de froid brutal, permettant à celle-ci de répondre immédiatement à l'ordre du thermostat d'ambiance lorsque la température dans la pièce commencera à baisser.



Un programmateur centralisé.

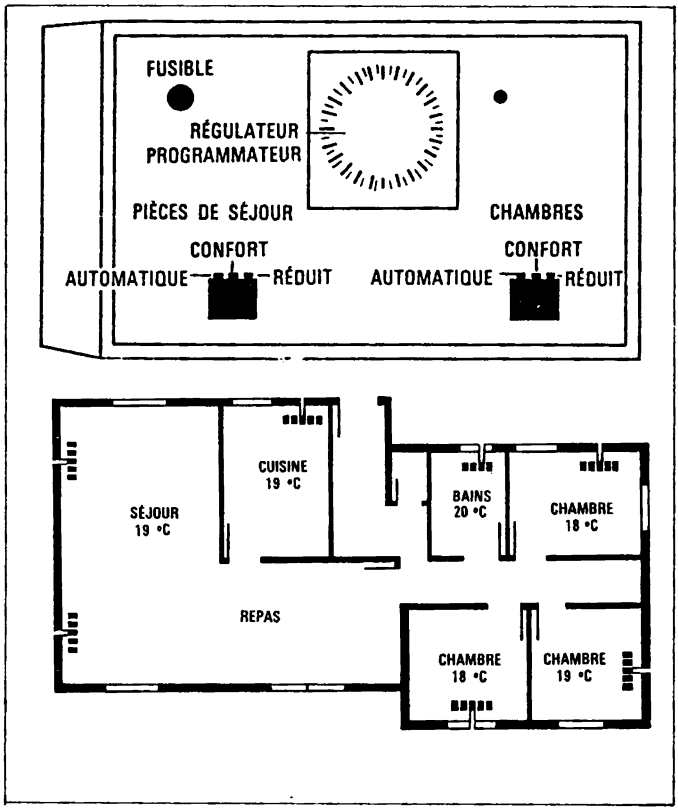
La programmation centralisée

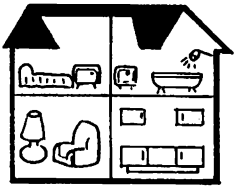
Elle existe depuis longtemps, mais s'est considérablement développée avec les progrès de l'électronique. Grâce à elle et, là encore, quel que soit le type de chauffage, il est possible d'affiner considérablement la qualité du chauffage en rapport avec les besoins.

Tous les programmateurs sont associés à des horloges à programme journalier, hebdomadaire ou plus (par cycles répétitifs). Dans tous les cas, l'horloge est en mesure de

commander automatiquement les changements d'allures de la chaudière aux heures que vous aurez fixées, en fonction, par exemple, de votre présence dans les lieux.

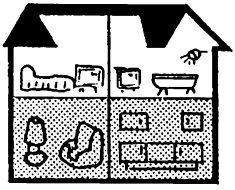
Vous pourrez donc aussi bien programmer la reprise du chauffage une heure avant votre retour du bureau, que tous les samedis matins, avant votre arrivée dans la maison de campagne. Une modulation très fine du chauffage peut être obtenue en liaison avec les thermostats d'ambiance, en fonction des heures de la journée, des pièces, etc.





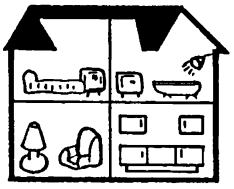
7 h 30

Parents et enfants quittent le logement, les températures baissent automatiquement partout.



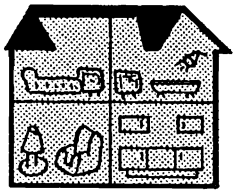
12 h

30 minutes avant le retour de la maîtresse de maison et des enfants, la température des pièces de séjour remonte au niveau « confort ».



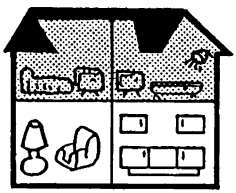
13 h 30

Le logement est à nouveau inoccupé, les pièces de séjour sont ramenées à température réduite.



17 h 30

30 minutes avant le retour de la famille, l'ensemble des pièces revient en température « confort ».



22 h 30

Les pièces de séjour inoccupées reviennent à la température réduite.

Le bon contrat

Un livre est fait pour durer... plus d'une année ! Il n'est donc pas question ici de passer en revue les différents types de contrats d'EDF et de GDF ou de tel ou tel pétrolier ; il s'agit simplement d'attirer l'attention sur la nécessité d'examiner attentivement les propositions du fournisseur d'énergie avant d'opter pour tel ou tel chauffage, ou tel ou tel fournisseur (quand il y a concurrence...).

Il faut savoir faire la part des choses entre ses besoins réels et ceux que cherchent à créer professionnels et distributeurs. N'oubliez jamais qu'EDF a d'abord pour mission de vendre du kW, GDF du m3 de gaz. L'étrange sollicitude à vouloir vous faire économiser sur les dépenses de chauffage n'est pas toujours exempte d'arrière-pensée...

Ne soyez pas obnubilé par l'économie ; efforcez-vous de choisir un système de chauffage qui correspond au mieux à votre souhait en matière de confort et de commodité d'emploi. N'oubliez pas que vous choisissez un chauffage souvent pour plusieurs dizaines d'années. Qui peut dire aujourd'hui quelle sera, dans 20 ou 30 ans, la position relative du fioul, de l'électricité et du gaz ? La simplicité est peut-être ici mère de toutes les vertus.

Index

A

Accumulateur, 42, 43
— dynamique, 45
— statique, 45
Appareil
— à gaz, 56
— butane à catalyse, 72
— électrique, 42
— individuel, 37
— mobile à gaz, 71
— mobile électrique, 71
— rayonnant, 42, 47
Atre, 25, 31, 32
Avaloir, 25, 31, 32, 33

B

Bandeau, 25
Bi-énergie, 73, 126
— bilan, 129
Bois, 13, 86
— déchiqueté, 15
— dérivés, 14
— granulés, 16
Boisseaux, 27
Bourrelet, 161
Brûleur, 76
Bûche, 14
Butane, 18

C

Câble chauffant, 85
Canalisation, 75, 78
— calfeutrage, 168
Capteur solaire, 145
Catalyse, 72
Cendrier, 25
Chambre de combustion, 76
Charbon, 16, 86
Chaudière, 75, 77
— à bûches, 86
— à condensation à ventouse, 140
— à gaz, 93
— à gaz par accumulation, 93
— à plaquettes, déchets et granulés, 89
— électrique, 96
— électro-fioul, 96
Chauffage central, 73
— à air chaud, 83

— hydraulique pieuvre, 148
— perfectionnement, 148
Chauffe-eau solaire, 142
Cheminée, 31
— à foyer ouvert, 13, 24
— avaloir, 25
— bandeau, 25
— cendrier, 25
— conduit de fumée, 25
— côtés, 25
— entonnoir, 25
— gorge, 25
— hotte, 25
— jambage, 25
— plate-forme, 25
— socle, 25
— tablette, 25
— tablette anti-refoulement, 25
Cœur d'âtre, 25
Compresseur, 116
Condensation, 132
Condenseur, 114, 116
Conduit, 33
— de fumée, 25, 26
Contrat, 177
Contrecœur, 25
Contrôle thermostatique, 169
Convecteur, 42, 49, 71
— classique, 50
— de sol, 51
— soufflant, 50

D

Dalle électrique chauffante, 85
Dérivés du bois, 14
Double fenêtre, 161

E

Echangeur thermique, 76
Ecorce broyée, 16
Electricité, 19, 96
Energie, 11
— éolienne, 143
— géothermique, 143
— solaire, 142, 147
Entonnoir, 25
Evaporateur, 114, 116

F

Fenêtre
— double, 161
Fioul, 20, 91
Foyer ouvert, 13
Fréon, 116

G

Gaz, 17, 92
— butane, 18
— de ville, 17, 92
— naturel, 17, 92
— propane, 17
Générateur d'air chaud, 84
Gorge, 25
GPL (gaz pétrole liquéfié), 17, 92
Granulés de bois, 16

H - I

Hotte, 25, 33
Infrarouge, 47, 72
Insert, 106

— anatomie, 110
Installation pieuvre, 150, 151, 152, 154
Isolation
— bourrelets, 161
— double fenêtre, 161
— fenêtre, 160
— joint rigide, 161
— murs par l'extérieur, 167
— parois par l'intérieur, 162
— porte, 160
— sol, 164
— sous-toiture, 164
— thermique, 159

J

Jambage, 25, 33
Joint rigide, 161

L - M

Liquide caloporteur, 75
Micro-ventouse, 65

P

Panneaux radiants, 47
Parois
— isolation par l'intérieur, 162
Pieuvre (installation), 150, 151, 152, 154
Planchers chauffants basse température, 155
Plate-forme, 25
Plinthe chauffante, 52
Poêle, 37
— à charbon, 17
Point de rosée, 132
Polycombustion, 124
Pompe à chaleur, 112
— air/air, 120
— air/eau, 121
— bilan énergétique, 123
— évaporateur/condenseur, 113
— monobloc, 115
— sol/eau, 121
Programmation centralisée, 173

R

Radiateur, 75, 80
— à bain d'huile, 42
— au gaz modulable, 61
Récupérateur, 99
— air/air, 101
— air/eau, 103
Rendement, 97
Robinet thermostatique, 170

S

Sciure, 16
Socle, 25
Sol (isolation), 164
Solaire (énergie), 142, 147
— capteur, 145
Sonde extérieure, 172
Souche, 27, 33
Sous-toiture, 164
Super échangeur, 138
Système
— bitube, 79
— monotube, 78

T

Tablette, 25, 33
— anti-refoulement, 25
Thermocouple, 57
Thermostat, 75
— d'ambiance, 171
— des convecteurs électriques, 169
Thermoventilateur, 71
Tirage, 35
Trame chauffante, 53

U - V - Z

Unité de chauffe, 76
Ventouse, 66
Zone d'ensoleillement, 144

Table des matières

Introduction 7

LES ÉNERGIES 11

Le bois 13
Les dérivés du bois 14
— *Le bois déchiqueté* 15
— *Les granulés de bois* 16
— *Autres combustibles «bois»* 16
Le charbon 16
Le gaz 17
L'électricité 19
Le fioul 20

LES TYPES DE CHAUFFAGE 23

La cheminée à foyer ouvert 24
Le conduit de fumée 26
— *Matériau et technique* 27
— *L'emplacement* 27
— *Parcours et section* 28
La cheminée 31
— *L'âtre* 32

— *L'avaloir* 32
— *Les parties extérieures* 32
— *Les dimensions* 34
Le tirage *35*

Les appareils individuels 37
Les poêles 37
Les appareils électriques 42
Les radiateurs à bain d'huile 42
Les accumulateurs 43
Les appareils rayonnants 47
— *Les infrarouges* 47
— *Les panneaux radiants* 47
Les convecteurs 49
— *Principe de fonctionnement* 49
— *Les convecteurs classiques* 50
— *Les convecteurs soufflants* 50
— *Les convecteurs de sol* 51
— *Les plinthes chauffantes* 52
— *Autres systèmes électriques* 53
Les appareils à gaz 56
— *Principes* 56
— *Les types d'appareils* 57
— *Installations des appareils* 67
Les appareils mobiles 71
— *Les appareils mobiles électriques* 71
— *Les appareils mobiles à gaz* 71

Le chauffage central 73
Les principes 75
Installation 76
— *L'unité de chauffe* 76
— *Les canalisations* 78
— *Les radiateurs* 80
Le chauffage central à air chaud 83
Les dalles électriques chauffantes 85
Les énergies 86
— *Le charbon* 86
— *Le bois* 86

Les chaudières à bûches 86
Les chaudières à plaquettes, déchets et granulés 89
— *Le fioul* 91
— *Le gaz* 92
— *L'électricité* 96

AMÉLIORER LE RENDEMENT 97

Les récupérateurs de chaleur 99
— *Les récupérateurs air/air* 101
— *Les récupérateurs air/eau* 103
Les inserts 106
La pompe à chaleur 112
— *Principes* 113
— *Fonctionnement* 116
— *Bilan* 123
La polycombustion 124
La bi-énergie 126
— *Bilan* 129
La condensation 132
— *Principes* 133
— *Fonctionnement* 135
— *Bilan* 138
Le solaire 142
— *Fonctionnement* 145
— *Bilan* 147

Les perfectionnements du chauffage central 148
Le chauffage central hydraulique pieuvre 148
— *Principe* 149
— *Fonctionnement* 151
Les planchers chauffants basse température 155
— *Principe* 155
— *Fonctionnement* 156

RÉDUIRE LES DÉPENSES DE CHAUFFAGE 157

L'isolation thermique 159
L'isolation de l'habitat 159
— *Portes et fenêtres* 160
— *Parois par l'intérieur* 162
— *Sous-toiture, sol* 164
— *Les murs par l'extérieur* 167
Le calfeutrage des canalisations 168

Le contrôle thermostatique 169
Le thermostat des convecteurs électriques 169
Le robinet thermostatique 170
Le thermostat d'ambiance 171
La sonde extérieure 172
La programmation centralisée 173

Le bon contrat 177
Index 179

Maison / Jardin

Maison/Décoration

Bonsaï et jardins miniatures (Les), Puiboube D. ..... GM 069 [09]
Encyclopédie des styles (L') ..... MS 731 [12]
1001 idées pour rajeunir votre maison, Puiboube D. .... GM 048 [07]

Jardinage

100 meilleures fleurs de jardin (Les), Puiboube D. ..... GM 042 [09]
50 meilleurs arbustes de jardin (Les), Puiboube D. ..... GM 062 [07]
Encyclopédie du jardinage ..... MS 675 [12]
Guide des nouveaux jardiniers (Le), Puiboube D. ..... GM 018 [07]

Bricolage

Chauffage (GM du), Pessey C. ..... GM 086 [06]
Electricité (GM de l'), Pessey C. ..... GM 085 [N]
Encyclopédie du bricolage ..... MS 727 [12]
Entretien et des petits dépannages chez soi (GM de l'), Puiboube D. ..... GM 099 [N]
Guide de la mob, Pessey C. ..... GM 045 [07]
Moto (GM de la), Pessey C. ..... GM 083 [07]
Restaurer entretenir et embellir vos meubles, Puiboube D. ..... GM 053 [07]
Restaurer entretenir et embellir vos objets, Puiboube D. ..... GM 065 [07]
Votre voiture, la connaître, l'entretenir, la réparer, Pessey C. ..... GM 007 [07]

Animaux familiers

Aquarium (GM de l'), Favré H. ..... MS 077 [09]
Chiens (GM des), Freydiger J. ..... MS 032 [12]
Choisir son chien de garde, Mioulane P. ..... GM 082 [09]
Guide des chats (Le), Freydiger J. ..... MS 246 [09]
J'éduque mon chien, Mioulane P. ..... GM 031 [07]
J'élève mon chat, Mioulane P. ..... GM 073 [07]
Je soigne mon chien, Mioulane P. ..... GM 061 [06]
Mon premier aquarium, Favré H. ..... GM 076 [06]
Règles d'or de l'aquarium (Les), Favré H. ..... GM 098 [07]
Santé de l'aquarium (GM de la), Favré H. & Tassigny M. . GM 078 [06]

Vie quotidienne

Appartement, maison, comment bien acheter, Puiboube D. ..... GM 004 [09]
Bonus 89, Puiboube D. ..... MS 333 [12]
150 questions à mon notaire, Reillier L. ..... GM 021 [07]
125 modèles de lettres d'amour, Maury P. ..... GM 090 [06]
Code Civil belge ..... 350 FB
Comment acquérir une super-mémoire, Dr. Renaud J. . GM 091 [07]
Correspondance (La), d'Assailly G. ..... MS 311 [04]
200 modèles de lettres, Maury P. ..... GM 016 [07]
265 idées légales pour payer moins d'impôts, Cadart N. ..... MS 1330 [13]
Dictionnaire des mots tabous, Dr. Hermann ..... MS 779 [09]
Dictionnaire Marabout des trucs (Le), Fronty L. ..... MS 689 [07]
Financer sa retraite, George Y. ..... MS 1323 [09]
Guide de la retraite (Le), George Y. ..... MS 785 [07]
Guide des assurances personnelles, Cadart N. HC [N]
Guide du bon conducteur (Le), Puiboube D. ..... MS 789 [09]
Guide du permis de conduire (Le), Puiboube D. ..... MS 788 [12]
Pour un divorce réussi, Ganancia D. ..... MS 782 [07]
Prénoms, un choix pour l'avenir (Les), Mercier C. & Daco P. ..... MS 369 [09]
Règles d'or de votre épargne (Les), Gérard V. ..... GM 003 [07]
Règles d'or du secrétariat personnel (Les), Lange E. ... GM 005 [07]
Savoir-vivre (Le), d'Assailly G. & Baudry J. ..... MS 036 [06]
Savoir-vivre aujourd'hui (Le), Pacout N. ..... GM 087 [06]
Vivre la République, Guedon J.F. & Gourmelin M.J. ..... MS 1326 [N]
Votre congélateur au quotidien, Deluchey G. ..... GM 092 [07]
Vraie vie des prénoms (La), Corinthe P. ..... GM037 [09]

IMPRIMÉ EN FRANCE PAR BRODARD ET TAUPIN
6942A-5 - Usine de La Flèche (Sarthe), le 17-04-1989.

pour le compte des
Nouvelles Editions Marabout
D.L. avril 1989/0099/96
ISBN 2-501-01087-6

Le guide marabout du chauffage

Le guide qu'il vous faut consulter absolument avant, pendant et après l'hiver!

Dans votre maison ou votre appartement, c'est le fioul, ou l'électricité, ou le gaz qui vous chauffe. Ou encore, le bois ou le charbon.

Savez-vous vraiment si votre système est le bon? Et pourquoi ne pas choisir le meilleur?

Avec ce guide, faites le point sur tous les systèmes et choisissez le meilleur rendement. Vous y gagnerez en confort... et en argent!

Au sommaire:
- les énergies,
- les types de chauffage,
- améliorer le rendement,
- abaisser les dépenses,
- faites-le vous-même.

Un livre qu'il faut toujours avoir sous la main

L'auteur:
Christian Pessey est l'auteur de nombreux ouvrages sur la maison, le jardin, la voiture, les motos. Il a publié chez Marabout: *Le guide Marabout de la mob, Le guide Marabout de la moto.*

40 **4086** 1

9 782501 010870

Guide marabout

M 6

Couverture: Nicole Philippi